

Mastergradsoppgave i kjemi

**Bjørnar Mæland**

Begrepet energi i norske  
lærebøker i naturfag

**Omfang: 30 studiepoeng**

**KJEMISK INSTITUTT**

Det matematisk-naturvitenskapelige  
fakultet

**UNIVERSITETET I OSLO 05/2013**



© Bjørnar Mæland 2013

Begrepet energi i lærebøker i naturfag

Veileder: Brit Skaugrud

<http://www.duo.uio.no/>

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

## Sammendrag

Masteroppgaven er en analyse av bruken av begrepet *energi* i norske lærebøker i naturfag, og hvordan *kjemisk energi* fremstilles i de samme bøkene. Lærebøker har en viktig plass i norsk skole, og både lærere og elever støtter seg til lærebøker. Derfor er de en viktig faktor for elevenes læring. I forbindelse med oppgaven ble det utført en tverrsnittsundersøkelse av lærebøkene for å kartlegge hvordan energi blir omtalt. Det ble registrert kun avsnitt og illustrasjoner som benyttet ordet energi, enten alene eller i et sammensatt ord. Avsnittene og illustrasjonene ble kategorisert etter tre kriterier: 1. Hvilket vitenskapsfag lærestoffet tilhørte, 2. Hvilket hovedområde i læreplanen var tilknyttet, 3. Hvilke sider ved energibegrepet de omhandlet.

Det ble undersøkt tre læreverk på 5.-7. årstrinn (*Gaia*, *Yggdrasil* og *Globus*), fire på 8.-10. årstrinn (*Natur og Univers*, *Eureka!*, *Tellus* og *Trigger*) og fire på Vg1 studieforberedende utdanningsprogram (*Kosmos SF*, *Senit SF*, *Nexus* og *Naturfag 5*). Til sammen 25 lærebøker.

Analysen av lærebøkene viste at en stor andel av bruken av ordet energi er i forbindelse med fagstoff som tilhører *fysikk*. Innenfor *kjemi* og *biologi* omtales også energi, men i mindre grad enn i *fysikk*. I tillegg brukes energibegrepet i tverrfaglig stoff som ikke tilhører et bestemt vitenskapsfag.

Energi omtales i lærebøkene i naturfag i først og fremst under hovedområdet *fenomener og stoffer (energi for framtiden)* på Vg1. De fleste læreplanmålene som eksplisitt nevner energi er under dette hovedområdet. Innenfor de andre hovedområdene brukes energi i mindre grad.

Naturfaglærebøker omhandler mange sider ved energibegrepet, men det er ikke alle aspekter ved energi det legges like mye vekt på. Det fokuseres i ulik grad på forskjellige former for energi, og det er stort sett bare innenfor *fysikk* bestemte energiformer nevnes. At energi *overføres* blir vektlagt i alle deler av lærebøkene. I mange tilfeller brukes begrepet energi som et abstrakt begrep det forventes at elevene har forståelse av.

I tillegg til å kartlegge bruken av ordet energi, ble avsnitt som omhandlet *kjemisk energi* notert. Måten naturfaglærebøkene fremstiller *kjemisk energi*, kan helt klart være en medvirkende årsak til at elever får misoppfatninger om *kjemisk energi*. Det er fire grunner til det: 1. Måten energi brukes i lærebøkene kan gjøre at elevenes forståelse av det grunnleggende begrepet energi er dårlig, 2. *Kjemisk energi* blir forklart som en form for indre stillingsenergi, 3. Mat, kull og andre brennstoffer blir omtalt som energirike forbindelser eller energiinnholdet i disse forbindelsene omtales, 4. I flere lærebøker står det at energi frigjøres når kjemiske bindinger brytes. For å unngå at elever får misoppfatninger om *kjemisk energi*, anbefales det at lærebokforfattere endrer måten både energi og *kjemisk energi* omtales i en del sammenhenger.

Nøkkelord: Energi, *kjemisk energi*, lærebok, lærebokanalyse



## Forord

Denne masteroppgaven ble gjennomført våren 2013, ved Skolelaboratoriet i Kjemi, Universitetet i Oslo. Den var avsluttende del i min lektorutdannelse ved UiO. Valget om å skrive en oppgave rettet mot skole, kom av et ønske om å gjøre noe som var relevant for læreryrket. Lærebokanalysen som ble gjort i forbindelse med oppgaven, utførte jeg selv.

Noen ganger opplever man at det dukker opp nye spørsmål etter hvert som man får mer kunnskap om et tema. Nettopp slik har jeg opplevd å lære om energibegrepet mens jeg har jobbet med min masteroppgave. Det hele toppet seg med et dykk ned i relativitetsteoriens perspektiver på begrepet. Da opplevde jeg den frustrasjonen som er så velkjent for så mange elever i møte med abstrakte begreper. Ut fra et undervisningsperspektiv ble også energibegrepet verre etter hvert som flere hensyn måtte tas. Derfor fortjener de som skriver lærebøker anerkjennelse, for at de begir seg ut på den vanskelige oppgaven det er å forklare begrepet energi på en hensiktsmessig måte.

Først vil jeg takke min veileder, Brit Skaugrud, for all hjelp og veiledning i arbeidet med oppgaven. Jeg har satt stor pris på ditt engasjement for det valgte teamet i oppgaven, og for undervisning generelt.

En takk må også rettes til Truls Grønneberg, Bjørn Pedersen, Vivi Ringnes og Merete Hannisdal, for at dere på en god måte inkluderte meg i miljøet på Skolelaboratoriet. Takk for gode innspill underveis i arbeidet og tilbakemeldinger i oppgavens slutfase.

Jeg vil også takke familie og nære venner for god støtte og oppmuntrende ord når det har vært behov for det.

Den aller største takken vil jeg gi til min kone Lina. Takk for støtte og tålmodighet gjennom hele arbeidet med oppgaven. Jeg er svært takknemlig for at du har hjulpet meg til å se ting i et større perspektiv, spesielt når jeg selv ikke klarte å tenke på andre ting enn masteroppgaven.

Oslo, mai 2013

Bjørnar Mæland



# Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	1
1.1	Utgangspunkt.....	1
1.2	Problemstilling .....	2
1.2.1	Forskningsspørsmål.....	2
1.2.2	Avgrensning.....	3
1.3	Begrepsavklaringer.....	3
1.4	Oppgavens oppbygning.....	4
2	Teori.....	5
2.1	Begrepet energi .....	5
2.1.1	Former for energi .....	5
2.1.2	Fysiske lover og andre aspekter ved begrepet energi.....	7
2.1.3	En definisjon av begrepet energi? .....	9
2.2	Læringsteori .....	9
2.2.1	Konstruktivisme som ramme .....	10
2.2.2	Misoppfatninger .....	11
2.2.3	Misoppfatninger om energi.....	12
2.2.4	Misoppfatninger i lærebøker .....	12
2.3	Lærebøker.....	13
2.3.1	Tidligere forskning på naturfaglige lærebøker i Norge .....	14
2.3.2	Lærebøkers utfordringer.....	15
3	Metode .....	17
3.1	Metodeteori.....	17
3.1.1	Kvalitativ og kvantitativ metode .....	17
3.1.2	Lærebokanalyse .....	17
3.1.3	Operasjonalisering og metodens validitet .....	18
3.2	Beskrivelse av metoden .....	19
3.2.1	Gjennomføring av lærebokanalysen .....	19
3.2.2	Læreplankoder .....	22
3.2.3	Fagkoder .....	23
3.2.4	Begrepskoder .....	25
3.3	Begrunnelser og evaluering av metoden .....	25
3.3.1	Registreringen .....	26
3.3.2	Avsnitt.....	27
3.3.3	Illustrasjoner .....	28
3.3.4	Fagkodene.....	29
3.3.5	Læreplankodene .....	29

3.3.6	Begrepskodene.....	30
3.3.7	Reliabilitet, indre og ytre validitet .....	31
4	Resultater .....	32
4.1	5.-7. årstrinn .....	34
4.1.1	Fordelingen i fagkategorier .....	34
4.1.2	Fordelingen på hovedområder.....	36
4.1.3	Fordelingen i begrepskategorier .....	37
4.1.4	Energi i illustrasjoner .....	39
4.2	8.-10. årstrinn .....	42
4.2.1	Fordelingen i fagkategorier .....	42
4.2.2	Fordelingen i hovedområder.....	44
4.2.3	Fordelingen i begrepskategorier .....	46
4.2.4	Energi i illustrasjoner .....	48
4.3	Vg1 .....	51
4.3.1	Fordelingen i fagkategorier .....	52
4.3.2	Fordelingen i hovedområder.....	54
4.3.3	Fordelingen i begrepskategorier .....	55
4.3.4	Energi i illustrasjoner .....	59
4.4	Oppsummering av resultater .....	62
5	Diskusjon.....	64
5.1	Generelt om energibegrepet i lærebøker .....	64
5.2	Energibegrepet introduseres .....	64
5.3	Konkret og abstrakt tilnærming til energibegrepet .....	66
5.4	Fysikk definerer energi, kjemi og biologi bruker bare begrepet .....	68
5.5	Når kjemisk energi blir til indre stillingsenergi .....	69
5.6	Energiinnhold og energirike forbindelser.....	71
6	Konklusjon.....	74
6.1	Bruken av energibegrepet i naturfagbøker .....	74
6.2	Lærebøker som opphav til misoppfatninger.....	74
6.3	Forslag til videre arbeid.....	75
7	Litteraturliste .....	77
8	Appendiks.....	82



## Figurer

Figur 2.3.1: Kjemiens tre representasjonsnivå. Etter Johnstone (2006).....	15
Figur 3.1.1: Illustrasjon av systematiske målingsfeil. Etter Kleiven (2002). ....	18
Figur 3.2.1: Eksempel på inndeling i avsnitt og illustrasjoner (Yggdrasil 7, s.91). ....	20
Figur 3.2.2: Ferdig utfylt registreringsskjema for <i>Natur og Univers 10</i> . ....	21
Figur 4.1.1: Avsnittenes fordeling i fagkategorier for læreverkenes på 5.-7.årstrinn. ....	35
Figur 4.1.2: Avsnittenes fordeling i hovedområder for læreverkenes på 5.-7.årstrinn.....	36
Figur 4.1.3: Avsnittenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenes på 5.-7.årstrinn. ....	38
Figur 4.1.4: Illustrasjonenes fordeling i fagkategorier for læreverkenes på 5.-7.årstrinn. ....	40
Figur 4.1.5: Illustrasjonenes fordeling i hovedområder for læreverkenes på 5.-7.årstrinn.....	41
Figur 4.1.6: Illustrasjonenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenes på 5.-7.årstrinn. ....	41
Figur 4.2.1: Avsnittenes fordeling i fagkategorier for læreverkenes på 8.-10. årstrinn. ....	43
Figur 4.2.2: Avsnittenes fordeling i hovedområder for læreverkenes på 8.-10. årstrinn.....	45
Figur 4.2.3: Avsnittenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenes på 8.-10. årstrinn. ....	46
Figur 4.2.4: Illustrasjonenes fordeling i fagkategorier for læreverkenes på 8.-10. årstrinn ....	49
Figur 4.2.5: Illustrasjonenes fordeling i hovedområder for læreverkenes på 8.-10 årstrinn.....	50
Figur 4.2.6: Illustrasjonenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenes på 8.-10. årstrinn. ...	50
Figur 4.2.7: Diagram over ulike energikilder (Natur og Univers 2, s.261). ....	51
Figur 4.3.1: Avsnittenes fordeling i fagkategorier for læreverkenes på Vg1.....	52
Figur 4.3.2: Avsnittenes fordeling i hovedområder for læreverkenes på Vg1. ....	54
Figur 4.3.3: Avsnittenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenes på Vg1. ....	56
Figur 4.3.4: Illustrasjonenes fordeling i fagkategorier for læreverkenes på Vg1.....	60
Figur 4.3.5: Illustrasjonenes fordeling i hovedområder for læreverkenes på Vg1. ....	61
Figur 4.3.6: Illustrasjonenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenes på Vg1. ....	61
Figur 5.5.1: Energidiagram for forbrenningsreaksjon (Eureka! 10, s.117).....	71

Figurene er nummerert med utgangspunkt i delkapitlene (nivå 2). Figur 4.2.3 tilhører derfor delkapittel 4.2, og er den tredje figuren i det delkapittelet.

## Tabeller

Tabell 3.2.1: Indikatorer for de forskjellige begrepskodene. ....	25
Tabell 3.3.1: Forekomsten av energi i pilotundersøkelsen og hovedundersøkelsen. ....	26
Tabell 4.1.1: Avsnitt som omhandlet energi i læreverkene på 5.-7.årstrinn. ....	34
Tabell 4.1.2: Forekomst av energibegrepet i illustrasjoner på 5.-7.årstrinn. ....	40
Tabell 4.2.1: Forekomst av ordet energi i læreverkene på 8.-10. årstrinn. ....	42
Tabell 4.2.2: Forekomst av energi i illustrasjoner i læreverkene på 8.-10. årstrinn. ....	49
Tabell 4.3.1: Energi tilknyttet avsnitt i læreverkene på Vg1. ....	51
Tabell 4.3.2: Forekomst av energi tilknyttet illustrasjoner på Vg1. ....	59

Tabellene er nummerert på samme måte som figurene, med utgangspunkt i delkapitlene.

# 1 Innledning

Lærebøker er viktig i norsk skole. All egen erfaring som elev og lærer underbygger det. Bruken av lærebøker kan variere både i omfang og metode, men at de har en sentral plass i klasserommene i norsk skole, er det få som vil være uenig i. Mitt eget perspektiv på lærebøkene har endret seg mye fra jeg var elev til jeg nå er lærer. Som elev blir læreboka sett på som pensum. *Alt som skal læres, står i læreboka. Alt som står i læreboka, skal læres.* Som elev var synet på læreboka lite kritisk, og tanken at det fantes andre lærebøker som la frem stoffet på andre måter, var fraværende. Læreboka fungerte som en faglig autoritet i min skolegang.

Som lærer har jeg fått et annet syn på lærebøker. Det er ikke lenger lærebøkene som er autoriteten, men læreplanen. Likevel er det trygt å støtte seg på en lærebok og bruke den som utgangspunkt i undervisningen. Den blir brukt som et redskap for å fremme læring. Redskaper trenger bruksanvisninger for å brukes riktig, og heldigvis er lærebøker forholdsvis selvforklarende. De er godt strukturerte og forklarer innholdet på en tydelig og god måte. Samtidig er lærebøker forskjellige. Stoffet presenteres på forskjellige måter, argumentasjonen er ulik og hvilke koblinger som gjøres i lærebøkene varierer. En viktig forståelse jeg fikk i forbindelse med masterstudiet mitt, var at lærebøker ikke er åpenbaringer, men *kreative produkter* (Norris & Phillips, 2003). De er skrevet av mennesker som har sin måte de ønsker å presentere stoffet på, og de har helt sikkert vurdert alternative måter å skrive lærebøkene. Derfor er mitt syn på lærebøker nå mer reflektert, enn det var hos eleven for ti år siden. Likevel er det viktig som lærer, å huske på det autoritære synet på lærebøker jeg selv hadde som elev.

## 1.1 Utgangspunkt

Ønsket om å skrive en masteroppgave i kjemi, rettet mot skolen, kom naturligvis av mitt yrkesvalg. Det var et bevisst valg å skrive om noe som var relevant i læreryrket. Temaet for oppgaven kom imidlertid av en tilfeldighet. Høsten 2012 skrev Arvid Mostad en artikkel i tidsskriftet *Kjemi* med tittel «Hvorfor tror biologer at man kan lagre energi i kjemiske bindinger?» (Mostad, 2012). Han viste til flere norske lærebøker i naturfag og biologi som forklarte at *energi frigjøres når kjemiske bindinger brytes*. Da min veileder, Brit Skaugrud, viste meg artikkelen ble jeg veldig interessert i temaet. Dermed hadde ballen begynt å rulle. Samtidig måtte jeg erkjenne at jeg helt sikkert selv hadde forklart kjemisk energi, akkurat slik jeg nå var i ferd med å kritisere andre for å gjøre.

Med bakgrunn i mitt eget syn på lærebøker som en autoritet, fra jeg selv var elev, var det urovekkende å se at lærebøker inneholdt så tydelige feil. Hvordan skal en kunne forvente at elever har en god forståelse av kjemisk energi, når lærebøkene forklarer begrepet feil? Som lærer er det relativt uproblematisk å korrigere feil i fasiter. Det er imidlertid verre å hevde at det som står svart på hvitt i tekstene i boka ikke stemmer. Muligheten for at elevene stoler mer på læreboka enn læreren er også til stede. Lærebokas rolle i skolehverdagen er viktig, derfor er det tilsvarende viktig at lærebøkene fremstiller stoffet på en god måte.

Mostad (2012) stiller også spørsmålstegn ved bruken av ordet «energi» i en del sammenhenger, blant annet kull som *energikilde*, og *energiinnholdet* i sukker. Når energi brukes i slike sammenhenger, er det underforstått at det er energien man får ut av en forbrenningsprosess med oksygen, det er snakk om. Det er derimot ikke sikkert at alle elever gjør denne koblingen, og dermed tror at energien faktisk er *inni* kull eller sukker.

For å kunne si noe om *kjemisk energi* i lærebøker, er det nyttig å vite hvordan *energi* generelt omtales i lærebøker. Energi er et begrep som brukes i mange sammenhenger i naturfaget, ikke bare innenfor kjemirelaterte temaer. Selv om det brukes innenfor ulike temaer, må betydningen av begrepet likevel være den samme om det er «biologi-stoff», «geologi-stoff», «fysikk-stoff» eller «kjemi-stoff». Et spørsmål som da reiser seg er, om begrepet energi brukes på samme måte i alle deler av naturfaget? Dette kan være av interesse både for naturfaglærere, lærebokforfattere og institusjoner som utdanner naturfaglærere.

## 1.2 Problemstilling

Utgangspunktet for oppgaven er Mostad (2012) sin artikkel om energi og kjemiske bindinger. For å koble dette til lærebøker ble det valgt å fokusere på hvordan begrepet energi brukes i naturfaglærebøker og hvordan kjemisk energi blir presentert. Målet for oppgaven er todelt, og har derfor to problemstillinger:

1. *Hvordan bruker norske lærebøker i naturfag begrepet energi?*
2. *Kan naturfagslærebøker være med på å danne misoppfatninger om kjemisk energi?*

Den første handler om begrepet energi generelt og hvordan det brukes i lærebøker. For å besvare det spørsmålet, ble det utført en lærebokanalyse der bruken av ordet energi ble kartlagt. Første problemstilling besvares derfor primært med resultatene fra undersøkelsen (kapittel 4). I tillegg gjøres det noen vurderinger bruken av energibegrepet og mulige konsekvenser, i diskusjonskapittelet (kapittel 5).

Den andre problemstillingen fokuserer på lærebøker som faktor for dannelsen av misoppfatninger om kjemisk energi. Dette spørsmålet besvares ved å gjøre refleksjoner rundt utvalgte tekster som forklarer kjemisk energi, eller på andre måter er relevante for hvordan kjemisk energi omtales i naturfaglærebøker. Det ville vært lite hensiktsmessig å analysere bruken av kjemisk energi isolert. Kartleggingen av bruken av energibegrepet generelt er derfor viktig som grunnlag for refleksjonene. Den andre problemstillingen besvares i diskusjonskapittelet.

### 1.2.1 Forskningsspørsmål

For å presisere problemstillingene ble det utarbeidet forskningsspørsmål som bestemte fokuset i oppgaven. Disse var viktige for utviklingen av metoden som ble brukt i lærebokanalysen. I tillegg danner de en ramme for diskusjonen om bruken av begrepene energi og kjemisk energi i lærebøkene.

- 1.1 Vektlegges energibegrepet ulikt i de forskjellige vitenskapsfagene i naturfag?
  - 1.2 Hvordan knytter bruken av begrepet energi seg til hovedområder i læreplanen LK06?
  - 1.3 Hvilke sider ved energibegrepet fokuseres det på i lærebøker i naturfag?
  - 1.4 Hvordan brukes illustrasjoner i forbindelse med energibegrepet?
- 
- 2.1 Hvordan fremstilles begrepene energi og kjemisk energi i naturfagsbøker?
  - 2.2 Bruker lærebøkene uheldige fremstillinger eller direkte feilaktige forklaringer knyttet til kjemisk energi?

### 1.2.2 Avgrensning

Forskningsspørsmålene avgrenser i stor grad hva oppgaven fokuserer på. Likevel er det nødvendig med noen flere avgrensninger.

I oppgaven ble det totalt undersøkt 25 lærebøker, fra trinnene 5.-7., 8.-10. og Vg1. På Vg1 ble kun læreverk for studiespesialiserende utdanningsprogram analysert. Lærebøkene 1.-4 trinn ble ikke undersøkt, fordi energi i svært liten grad nevnes på de årstrinnene. Heller ikke lærebøker i programfag i videregående skole (biologi, kjemi og fysikk) ble undersøkt, selv om energi er et viktig begrep i de fagene.

Lærebøker inneholder ofte oppgaver og praktisk arbeid knyttet til lærestoffet. Disse er viktige for læringen, men i denne oppgaven var det den tekstlige fremstillingen som var i fokus. Derfor ble oppgaver og praktisk arbeid ekskludert fra analysen.

Fordi oppgaven handler om lærebøker, er det nødvendig å se på bruken av energibegrepet i lys av læringsteori. Samtidig er begrepet læring svært omfattende. For å avgrense er kun aspekter som er relevante for lærebøker tatt med. Derfor brukes læringsteorien konstruktivismen som ramme. Begrepet misoppfatninger er også sentralt i oppgaven.

Begrepet energi er et abstrakt, komplekst begrep, som ikke lett lar seg definere. Selv om arbeidet med oppgaven forutsatte en grundig forståelse av begrepet, forklares energi relativt overfladisk i teoridelen. I denne oppgaven fokuseres det hovedsakelig på de sider ved energibegrepet som er relevante for naturfaget.

## 1.3 Begrepsavklaringer

**Energibegrepet** og **begrepet energi** brukes i denne oppgaven synonymt. I begge tilfeller er det snakk om det abstrakte begrepet *energi*. Det tillegges bevisst ikke noe bestemt meningsinnhold, og defineres ikke. Grunnen er at begrepet ikke skal fremstå som noe som er enkelt og greit, for det er det absolutt ikke.

**Lærebok** betegner i denne oppgaven tekstboka i faget som er ment for eleven. Én lærebok er ment for ett årstrinn. De kalles også for «elevens bok», «elevbok» og «grunnbok». Egne oppgavebøker blir ikke inkludert i betegnelsen lærebok.

**Læreverk** brukes vanligvis som betegnelse på flere lærebøker i samme serie, samt tilhørende oppgavebøker, lærerveiledninger og nettsteder. Disse skal til sammen dekke

læreplanmålene for de årstrinnene de tilhører. I denne oppgaven ble kun lærebøkene analysert. Når læreverk omtales her, er det derfor kun lærebøkene i samme serie det er snakk om.

Ordene **kode** og **kategorier** blir brukt i denne oppgaven litt om hverandre, og er egentlig to sider av samme sak. For å kunne analysere lærebøkene ble det definert kategorier, slik at like tekster kunne grupperes sammen. I undersøkelsen ble tekstene tildelt koder, etter hvilke kategorier det tilhørte. Navnene på kodene og kategoriene var derfor de samme.

## 1.4 Oppgavens oppbygning

Kapittel 1 inneholder utgangspunktet og motivasjon for oppgaven. Der defineres og avgrenses oppgaven med problemstillinger og forskningsspørsmål.

I kapittel 2 beskrives teori som danner basis for senere diskusjoner. De sidene ved begrepet energi som er mest relevante i naturfag, beskrives der. Så kommer en del om læringsteori og misoppfatninger. Den siste delen handler om lærebøker.

Kapittel 3 er metodekapittelet. Den første delen handler om metodeteori. Deretter kommer beskrivelse av metoden som ble brukt for å analysere lærebøkene. Siste del evaluerer metoden og gir begrunnelser for de valgene som ble gjort.

Kapittel 4 presenterer de viktigste resultatene fra undersøkelsen. Resultatene er gruppert i tre deler, 5.-7. årstrinn, 8.-10. årstrinn og Vg1. Lærebøkens tekstlige fremstilling av begrepet energi vil bli vektlagt mest. Bruken av energi tilknyttet illustrasjoner presenteres mer kortfattet. Til slutt oppsummeres resultatene. Den første problemstillingen besvares først og fremst i dette kapittelet.

I kapittel 5 gjøres det noen refleksjoner rundt hvordan norske lærebøker behandler energibegrepet. Mulige konsekvenser for elevers forståelse av begrepet kjemisk energi blir vurdert. Diskusjonene i dette kapittelet er rettet mest mot den andre problemstillingen i oppgaven.

Kapittel 6 oppsummeres oppgaven, og noen konklusjoner og anbefalinger til lærere og lærebokforfattere gis. Der nevnes også forslag til videre arbeid.

## 2 Teori

### 2.1 Begrepet energi

I en oppgave om begrepet energi, er det nødvendig å si noe om dette problematiske begrepet. Å forklare hva energi *er*, kan være en svært vanskelig oppgave. Noen vil også hevde at det er en umulig oppgave. Nobelprisvinner i fysikk, Richard Feynman, har uttalt at: «It is important to realize that in physics today, we have no knowledge of what energy *is*.» (Feynman, Leighton & Sands, 1963, s.4-2). Samtidig påpeker han noe senere, at energi er en størrelse det går an å regne på, fordi summen av energier alltid er konstant. Dette har kjemikere og fysiker gjort i lange tider. Allikevel er det vanskelig å forklare eksakt hva energi er. Det går ikke an å holde en klump med energi, ei heller å ta et bilde av energi som kan vises frem. Energi er et abstrakt begrep, og dette medfører store utfordringer når elever skal lære om energibegrepet. Samtidig er energi noe alle har erfaring med på en eller annen måte. Vi kjenner at energien fra sola øker temperaturen ute en varm sommerdag. Maten vi spiser kan utnyttes i kroppen slik at vi kan bevege oss. Selv om begrepet energi er abstrakt, er det ikke vanskelig å finne ting og prosesser å knytte begrepet til. Derfor hevder Angell et al. (2011a) at «energibegrepet kan være nokså intuitivt for elever». (s.306)

En vanlig måte å forklare energibegrepet på er å presentere ulike former for energi og noen fysiske lover som gjelder for energi. Ulike former for energi bevarer det intuitive ved energibegrepet, mens de fysiske lovene er med på å gjøre begrepet mer abstrakt. Beskrivelsen under presenterer ulike former for energi, deretter noen fysiske lover og andre aspekter ved begrepet energi. Dette er for å gjøre fremstillingen oversiktlig og for å danne en basis som kan fungere som utgangspunkt for senere diskusjoner.

#### 2.1.1 Former for energi

Den fysiske størrelsen energi har enheten joule (J), og alle former for energi må kunne måles i enheten J eller regnes om til den. Energi kan eksistere i ulike former, og deles inn i disse basert på felles egenskaper. Hvor mange former for energi en snakker om, og hvilke kriterier disse grupperes etter, kan variere mye fra litteratur til litteratur. I denne oppgaven deles det inn i seks former for energi: *potensiell*, *kinetisk*, *kjemisk*, *termisk*, *strålings-* og *elektrisk energi*. Ofte, også i lærebøker, grupperes noen av disse formene for energi sammen. Potensiell og kinetisk energi blir noen ganger betegnet som to «hovedformer» for energi, hvor kjemisk grupperes i den første, og termisk i den andre hovedformen. Andre steder betegnes potensiell og kinetisk energi som ytre energi, mens kjemisk og termisk energi kalles indre energi. Her velges det å holde de seks formene for energi separat. Grunnen er at det er viktige egenskaper ved energiformene som gjør at det er hensiktsmessig å holde dem adskilt. Inndelingen er også praktisk begrunnet fordi de seks formene for energi ofte finnes igjen i beskrivelser i lærebøker. Fremstillingen under er ingen detaljert beskrivelse, men tar med det som er relevant for naturfaget i norsk skole. Det vektlegges hovedsakelig egenskaper på makronivå i inndelingen. På mikronivå blir inndelingen i ulike former for energi mye mer komplisert, det kan også spørres om energiformer i det hele tatt er et fruktbart begrep på mikronivå.

**Potensiell energi (mekanisk)** har sammenheng med posisjonen eller *stillingen* til et legeme, derfor kalles potensiell energi noen ganger for *stillingsenergi*. Et klassisk eksempel på potensiell energi er en ball som holdes en høyde  $h$  over bakken. Den har da potensiell mekanisk energi gitt ved

$$E_p = mgh$$

der  $m$  er massen til ballen og  $g$  er gravitasjonsakselerasjonen. Stillingen til ballen i forhold til jorda avgjør hvor mye energi den har. Den potensielle energien eksisterer fordi det er gravitasjonskrefter som trekker ballen ned mot jorda. Ballens posisjon i kraftfeltet gir ballen potensiell energi. En mekanisk fjær som presses sammen eller en strikk som strekkes har også potensiell energi.

**Kinetisk energi** er energien et legeme har på grunn av sin *bevegelse*, og blir derfor ofte kalt *bevegelsesenergi*. For et legeme som beveger seg langs en rett linje er den kinetiske energien gitt ved

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

der  $m$  er legemets masse, og  $v$  er legemets fart. Dersom den tidligere nevnte ballen slippes, vil den akselerere og farten øker. Den potensielle energien har gått over til kinetisk energi. Legemer som beveger seg i bue, sirkel eller roterer, har også kinetisk energi.

**Kjemisk energi** kan sees på som den energien som er «lagret» i alle stoffer (Hannisdal & Ringnes, 2011). Når det skjer en kjemisk reaksjon vil *kjemisk energi* frigjøres, lagres eller omformes til andre former for energi (Chang, 2008). Når to stoffer reagerer med hverandre brytes bindingene mellom atomene, og nye bindinger dannes. For å bryte en kjemisk binding *kreves* det energi, og når en ny binding dannes *frigjøres* det energi. I en reaksjon er det mange bindinger som brytes og dannes. Dersom det kreves mer energi for å bryte bindingene enn det som frigjøres når nye bindinger dannes, vil det totalt sett tas opp energi, og reaksjonen er *endoterm*. I motsatt tilfelle frigjøres det energi når reaksjonen skjer, og den er *eksoterm*. Energien som kreves for å bryte de opprinnelige bindingene kalles *aktiveringsenergi*, og er grunnen til at det må en flamme til for å antenne brennstoffer. Kjemisk energi kan sees på som en forskjell i energinivå mellom produktene og reaktantene i en kjemisk reaksjon, det er grunnen til at det noen ganger betegnes som en form for potensiell energi. Den kjemiske energien bestemmes av det samlede energinivået til reaktantene og det samlede energinivået til produktene. Derfor kan ingen av reaktantene tillegges et absolutt energiinnhold (Mostad, 2012). Da kan heller ingen av produktene tillegges et tilsvarende redusert energiinnhold.

Kjernereaksjoner kan også frigjøre energi på lik linje med kjemiske reaksjoner. Både fisjonsreaksjoner som skjer i kjernekraftverk, og fusjonsreaksjoner som skjer inni sola, frigjør energi. Kjernepartiklene er i likhet med atomer bundet sammen av krefter som binder kjernepartiklene sammen. Disse kreftene virker over mye kortere avstander enn elektriske krefter, og er mye sterkere over slike korte avstander (Young & Freedman, 2004). Å bryte disse bindingene krever derfor store mengder energi, men det frigjøres også enorme mengder energi når nye bindinger dannes. Forskjellen på kjernereaksjoner og kjemiske reaksjoner, fra et energiperspektiv, er at kreftene som er involvert og energien som frigjøres er mye større i kjernereaksjoner (Gauld, 1997). Det blir ofte fremholdt som en forskjell at massen reduseres i henhold til  $E = mc^2$  i kjernereaksjoner,



men massen reduseres også i kjemiske reaksjoner. Den er bare for liten til å kunne måles (Chang, 2008). På grunn av disse likhetene ble kjerneenergi og kjemisk energi gruppert sammen i analysen i oppgaven.

**Termisk energi** er energien forbundet med bevegelsene til atomer og molekyler (Chang, 2008). Når temperaturen stiger øker bevegelsene, og dermed også energien. Termisk energi blir noen ganger kalt for *varmeenergi*. Selv om energien har sammenheng med temperaturen til et system, er ikke temperatur og termisk energi det samme. Temperaturen kommer ikke an på hvor *mye* det er av noe, men det gjør den termiske energien. Endringer i et systems termiske energi er viktig i naturfag, spesielt innenfor fysikk og kjemi.

**Elektrisk energi** knytter energi til elektrisk strøm. *Effekten* til et elektrisk apparat angir hvor mye elektrisk energi som overføres per sekund når apparatet er i bruk. På makronivå er det praktisk å kalle elektrisk energi for en form for energi. Det er imidlertid verre på mikronivå, spesielt om elektrisk energi skal betraktes som en av de to «hovedformene», potensiell og kinetisk energi. Mange har blitt forklart elektrisk energi som en form for kinetisk energi, fordi strøm er elektroner i bevegelse. Elektrisk energi kan også betraktes som potensiell energi fordi ladde partikler i et elektrisk felt har *elektrisk potensiell energi*. I følge Young & Freedman (2004) endres ikke den kinetiske energien til elektronene når energi de går gjennom en motstand, fordi strømmen er den samme på begge sider. Han hevder at den elektriske energien som overføres er elektrisk potensiell energi.

**Strålingsenergi** er energien som sendes ut fra, eller absorberes av et legeme i form av stråling. Sola, som er vår viktigste strålingskilde, sender ut elektromagnetisk (og annen) stråling med forskjellige energier. All elektromagnetisk stråling har energi som avhenger av frekvensen til bølgene. Energien sendes ut som energipakker kalt fotoner (Freedman & Young, 2004). Fenomenet elektromagnetisk stråling er komplisert, og forståelse på mikronivå krever forklaringer som strekker seg langt inn i relativitetsteorien. Selv om strålingsenergi er viktig i naturfag, er ikke slik forståelse relevant for denne oppgaven. For å kunne si noe om strålingsenergi i naturfaget, er det praktisk se på makronivå. Der er det fruktbart å betegne det som en form for energi.

### 2.1.2 Fysiske lover og andre aspekter ved begrepet energi

Når en arbeider med energi og andre temaer innen naturfag er det fysiske lover som setter begrensninger for hva som er mulig og ikke mulig. At lovene er *fysiske*, betyr ikke at de kun gjelder innenfor fysikk. De er like viktige i hele faget naturfag. De lovene som gjelder for energi må derfor gjelde for både biologi, fysikk og kjemi. I introduksjonen av begrepet energi ble det hevdet at begrepet energi kan være ganske intuitivt for elever, fordi de umiddelbart har erfaringer med begrepet. «Imidlertid er de *prinsippene* som er knyttet til energibegrepet, på ingen måte intuitive» (Angell et al., 2011a, s.306). At energi ikke kan bli borte eller oppstå, er et eksempel på et slikt prinsipp. Heldigvis er det noen prinsipper som er mer intuitive, som at termisk energi ikke flytter seg fra et kaldt sted til et varmt sted av seg selv. I det følgende presenteres noen av disse prinsippene som gjelder for energi.

**Energioverføring** kan skje når et system går fra en tilstand til en annen. I den prosessen overføres energi fra system til omgivelsene, eller motsatt. Energien kan også gå fra én form til en annen. Et av de viktigste prinsippene som gjelder for energi er energibevarensloven: «Energy can be converted from one form to another, but cannot be created or destroyed.» (Chang, 2008, s.175). Konsekvensene av energibevarensloven er at når et system mister noe av energien sin må et annet system motta den samme energien på et eller annet vis. Energi kan bare overføres mellom legemer på to måter, som *varme* eller som *arbeid*. Dette formuleres i *termodynamikkens første lov*:

$$\Delta E = q + w$$

Endringen i et systems energi er lik summen av varmeoverføringen( $q$ ) mellom systemet og omgivelsene, og arbeidet( $w$ ) gjort av, eller på, systemet (Chang, 2008). Energikjeder kan brukes for å illustrere en serie med energioverganger (Angell, Bungum & Henriksen, 2011b). Da kan de ulike formene for energi som er involvert i hver overgang, tas med for å tydeliggjøre prinsippet om energioverføring.

Energidebatten hadde vært meningsløs om termodynamikkens første lov hadde vært det eneste prinsippet som gjelder for energi. I så fall ville det bare vært å resirkulere energien. *Termodynamikkens andre lov* sier at entropien i universet øker i spontane prosesser (Chang, 2008). En følge av dette er at bare spontane prosesser vil skje av seg selv. Eksempel på spontane prosesser er et hjul som triller nedover en bakke, eller at termisk energi går fra et varmt til et kaldere sted. De motsatte prosessene er ikke spontane, det er de fleste enige i, men hvorfor det er slik er ikke så intuitivt for elever. En annen måte å forklare 2. lov på, er at *energikvaliteten* reduseres ved alle naturlige prosesser (Angell et al., 2011a). *Termodynamikkens tredje lov* behandles ikke i naturfaget.

**Energikilder** blir ofte brukt som betegnelse om naturressurser som mennesker kan utnytte for å skaffe seg former for energi som de har bruk for (Angell et al., 2011b). Det skilles ofte mellom fornybare og ikke-fornybare energikilder, selv om strengt tatt ingen ressurser er fornybare i et uendelig tidsperspektiv, fordi alle spontane prosesser øker entropien i universet. I tidsperspektivet mennesker har, gir skillet likevel mening. Bruk av forskjellige energikilder er et viktig tema i miljødebatten.

**Energibærere** er et begrep som ofte dukker opp i sammenheng med miljøvennlige drivstoffer. Hydrogengass blir ofte nevnt som en viktig energibærer, fordi forbrenningsreaksjonen med oksyngengass produserer kun vann. Angell et al. (2011b) skriver at «energibærer er noe som kan lagre energi som så kan brukes senere» (s.99). Eksempler er hydrogengass, batterier og spente fjærer.

**Energiinnhold.** Energi er en fysisk størrelse, og «hvor mye?» er ofte et viktigere spørsmål en «hvordan?» (Angell et al., 2011b). Grunnen til at vi bruker energikilder og energibærere er at de kan utnyttes for å få mye energi. Energiinnholdet blir brukt som betegnelse på mengden energi som frigjøres ved forbrenning av næringsstoffene i maten. Det er da underforstått at det er reaksjonen mellom maten og oksygen man snakker om. På samme måte snakkes det om *energien i* olje, kull og gass, eller om *energirike* forbindelser. Det går også an å omtale stråling som *energirik*, UV-stråling har for eksempel mer energi enn IR-stråling.

**Energiøkonomisering** (ENØK) er viktige tiltak for å sikre en bærekraftig utvikling, og dermed også et viktig aspekt rundt energibegrepet i naturfag. Når *energiforbruket* er for høyt, må det settes i gang *energisparing*. Som nevnt i tidligere er det ikke mangel på energi som er problemet, men mangel på energi med høy *kvalitet*. ENØK kan brukes som en samlebetegnelse på ulike tiltak som reduserer bruken av energi. Kvaliteten til energien angir dens evne til å utføre et arbeid (Angell et al., 2011a). Eksempler på energi med høy kvalitet er elektrisk energi, kinetisk energi og kjemisk energi.

### 2.1.3 En definisjon av begrepet energi?

Presentasjonen over viser at begrepet energi er svært komplekst og har mange aspekter. Det er et sentralt begrep både i fysikk og kjemi, men har også forgreininger inn i biologi, geologi og andre fagfelter. Hvilke aspekter de ulike fagfeltene fokuserer på er forskjellig, og det kan være med på å gjøre det vanskelig å forklare hva energi *er*. I naturvitenskapelig ånd er det mange som har prøvd å definere energi på en kort og presis måte. To mye brukte definisjoner er: 1. «Energi er evnen til å utføre et arbeid» 2. «Energi er det som får ting til å skje». Angell et al. (2011a) påpeker at ingen av disse er gode definisjoner. Den første fordi evnen til å utføre et arbeide i et lukket system ikke trenger å være bevart, selv om energien er bevart. Et eksempel kan være forbrenningsreaksjon som skjer i et lukket system. Merk også at Angell et al. (2011a) forklarer energikvalitet som «evnen til å utføre et arbeid». Den andre definisjonen knytter energi til noe som skjer, men et system kan ha energi uten at det trenger å skje noe. Kanskje er det litt filosofiske spørsmålet «hva er energi?», feil sted å starte. «Hvor mye?» eller «hvilken form?» er kanskje bedre utgangspunkt for undervisning.

## 2.2 Læringsteori

Læring er en komplisert prosess som omfatter samspill mellom elev, lærer, omgivelser, læremidler m.m., samt de kognitive prosessene som foregår i en elevs hjerne. Det finnes ingen begrensning for hvilke faktorer som kan sees i sammenheng med elevens læring. Derfor kan en ikke trekke absolutte konklusjoner for hvordan ulike faktorer påvirker læring. Det er lite hensiktsmessig å prøve å gi en fullstendig fremstilling av begrepet læring. Likevel er det nødvendig med noen perspektiver på læring som er spesielt relevante for naturfaget og hvordan lærebøker fremstiller et begrep som energi. Innenfor læringspsykologien er det i hovedtrekk tre forskjellige *læringsteorier*:

**Behaviorismen** fokuserer på adferd, og forklarer læring gjennom begrepene *stimulus* og *respons*. I. Pavlov og B.F. Skinner var de to viktigste personene innenfor denne læringsteorien (Sjøberg, 2009). De utførte begge forsøk på dyr som viste hvordan ulike ytre stimuli medførte forskjellige responser, og mente at dette hadde overføringsverdi til menneskers læring.

**Konstruktivismen** hadde sitt opphav i Jean Piaget. Han rettet seg mot hvordan kunnskap organiseres i *kognitive strukturer*, og hvordan strukturene endres gjennom prosessene *assimilasjon* og *akkomodasjon* (Sjøberg, 2009).

**Sosiokulturell læringsteori** fokuserer på hvordan læring skjer som en sosial prosess. Russeren Lev Vygotskij regnes som opphavsmannen til denne læringsteorien. Han

fokuserte på *språket, det materielle, kulturen og det sosiale miljøet*, for å forklare læring (Sjøberg, 2009). Innenfor sosiokulturell læringsteori er det ofte et fokus på den *nærmeste utviklingssonen*, som er området som ligger mellom det en elev klarer på egenhånd og det han kan klare sammen med andre (Ottesen, 2007).

### 2.2.1 Konstruktivisme som ramme

Av læringsteoriene over har konstruktivismen fått klart mest oppmerksomhet i forskning innenfor naturfagdidaktikk. Fordi denne oppgaven handler om lærebøker, og således ikke fokuserer på ytre påvirkning eller sosiale prosesser, er behaviorismen og sosiokulturell læringsteori mindre viktige. Derfor kan konstruktivismen sies å bli brukt som en ramme rundt diskusjonene i denne oppgaven. Læringsteorien konstruktivisme har blitt utviklet siden opphavet i Piaget på midten av 1900-tallet. Konstruktivisme har mange ulike ansikter, og ulike forskere kan legge noe ulikt innhold i begrepet, men Sjøberg (2007) hevder at det allikevel er en del ideer som de fleste konstruktivister er enige om. Her presenteres disse kort (s.3):

- 1) Kunnskap konstrueres aktivt av den som lærer, den blir ikke passivt mottatt.
- 2) Den som lærer kommer til alle læringssituasjoner med tidligere ideer om et fenomen.
- 3) Den som lærer har sine individuelle ideer om verden, men det er mange likheter med ideene som andre har.
- 4) Ideene er ofte i strid med akseptert vitenskapelig kunnskap, og noen av dem kan være svært vanskelige å endre.
- 5) Kunnskap representeres i hjernen som konseptuelle strukturer, og disse kan til en viss grad modelleres og beskrives i detalj.
- 6) Lærere må ta eksisterende ideer på alvor om de ønsker å endre disse.
- 7) Selv om kunnskap er personlig og individuell, konstrueres den ved interaksjon med den fysiske verden og i samarbeid med andre.

Mange studier som undersøker elevers forståelser i naturfag har konstruktivisme som ramme (Stokke, 1996; Fetherston, 1999; Ayyildiz & Tarhan, 2012; Boo, 1998).

Undervisningsopplegg som fokuserer spesielt på læring av forståelse i naturfag kan også bruke konstruktivisme som ramme (Tsaparlis, Kolioulis & Pappa, 2010).

Konstruktivisme er ikke bare et syn på læring, men kan også sees på som et syn på kunnskap (Ringnes & Hannisdal, 2006). En vanlig kritikk mot konstruktivisme retter seg nettopp mot at det også er et syn på kunnskap (Sjøberg 2007).

Elever som skal lære om energi kan ha erfaringer med energi fra før og utenom undervisning, og kan derfor ha laget seg en forståelse av begrepet. Noen ganger er denne forståelsen «riktig», andre ganger er den ulik den forståelsen naturfaget ønsker å presentere. Dersom en ønsker å endre forståelsen er det viktig å ta hensyn til eksisterende ideer om energibegrepet. Dette tilsvarer punktene 2, 4 og 6 i lista over og viser at det er fruktbart å bruke konstruktivisme som ramme for læring om energi, også i en hypotetisk situasjon der læring skjer i en interaksjon med læreboka alene. Med

konstruktivisme som ramme er det et stort fokus på såkalt *meningsfull læring* (Ausbel, 1968). Da tas det utgangspunkt i elevers eksisterende ideer om et begrep når ny kunnskap skal konstrueres. Hannisdal & Ringnes (2011) påpeker at «en definisjon alene ikke er nok til å gi begrepet mening. Forståelsen ligger i alle de assosiasjonene man kan knytte til begrepet» (s.31). Dette må kunne sies å stemme svært godt for begrepet energi.

## 2.2.2 Misoppfatninger

Hos elever og voksne finner man mange ideer eller forestillinger om naturen som ikke stemmer overens med naturvitenskapens fremstillinger. Ofte finner man at mange elever har forståelser som ligner på hverandre eller kan kategoriseres sammen. Angell et al. (2011a) gir et eksempel på en slik forestilling om energi: «Elever tenker seg gjerne varme som et «stoff» som kan flyte fra et objekt til et annet.» (s.305). I en konstruktivistisk ramme kan en si at elever i møte med verden forsøker å forklare det de observerer, basert på de forkunnskaper de har. Slik forståelse konstrueres i ulike situasjoner, også forbindelse med undervisning. I følge Hannisdal & Ringnes (2011) kan feilaktige forestillinger som deles av mange, deles inn i to kategorier:

**Hverdagsforestillinger** er dannet *før* man får undervisning om emnet, mens **misoppfatninger** oppstår *i forbindelse* med undervisning om emnet. Fordi det i denne oppgaven gjøres en lærebokanalyse, er det misoppfatninger som er mest relevant. Til tross for kompetente lærere og gode læremidler vil det noen spørsmål stå ubesvarte og gale slutninger trekkes (Barke, Hazari & Yitbarek, 2009). Dermed kan misoppfatninger oppstå. Derfor kaller Barke et al. det for «school-made misconceptions».

Misoppfatninger finnes i alle fag, og er ikke noe nytt fenomen. Så lenge naturvitenskapen har eksistert har det vært ulike oppfatninger og forståelser av hvordan verden henger sammen (Barke et al., 2009). Vitenskapsmenn og filosofer har gitt forskjellige forklaringer på hvorfor et fenomen skjer eller hvordan naturen er bygget opp. Denne utviklingen av vår forståelse av naturen danner naturvitenskapens historie, og har ledet oss til den forståelsen av naturen som til en hver tid blir akseptert av naturvitenskapen som den «rette». Mange av de misoppfatningene som elever har, har også blitt brukt som tidligere forklaringsmodeller i naturvitenskapen (Barke et al., 2009).

På engelsk brukes oftest ordet «misconceptions» om misoppfatninger, men «alternative conceptions», «preconceptions» og «alternative framework» er termer som også blir brukt i litteratur på området (Boo, 1998). En utfordring med at det benyttes ulike begreper, er at de kan tillegges forskjellig meningsinnhold (Sjøberg, 2009). I denne oppgaven defineres misoppfatning som **en forestilling som tydelig er i konflikt med naturvitenskapelig forståelse og derfor er feilaktig**. Definisjonen er en oversettelse av Abimbola & Baba (1996) sin definisjon av misconception. Det eksisterer selvsagt graderinger av hvor feilaktige misoppfatningene er, og det er et hensyn som bør nevnes og som kan gjøre forskning på området utfordrende.

Mye forskning er gjort på misoppfatninger blant elever og lærere, og Duit (2009) har samlet en database med over 8400 publikasjoner om misoppfatninger, og mange av disse er knyttet til energibegrepet. Det er imidlertid gjort lite forskning på misoppfatninger

om energi i Norge, men det er rimelig å anta at norske elever ikke er ulike elever fra andre land på dette området. Utgangspunktet for denne oppgaven var at Mostad (2012) sin artikkel som blant annet viser til lærebøker som skriver at *bryting av kjemiske bindinger frigjør energi*. En slik forståelse av kjemiske bindinger og kjemisk energi må betegnes som en misoppfatning. Den misoppfatningen, i tillegg til andre misoppfatninger om kjemisk energi og energi i kjemiske reaksjoner, er dokumentert i flere studier.

### 2.2.3 Misoppfatninger om energi

Stokke (1996) undersøkte norske elevers forståelse av forbrenning. Hun fant en rekke misoppfatninger om forbrenning, relatert til begrepet energi. Over 50 % av elevene (8.trinn) gav svar som betegnet både mat og bensin som energirike forbindelser eller at de inneholder energi. Svært få av elevene forstod rollen til oksygenet i forbrenningsreaksjonene. Elevenes svar ble i studien sett i sammenheng med hvordan lærebøkene behandlet forbrenning. Lærebøkene ble pekt på som en viktig faktor for elevenes misoppfatninger om forbrenning.

Boo (1998) undersøkte engelske elevers forståelse av kjemiske bindinger og energi i kjemiske reaksjoner. Han fant at 48 % av elevene (17-19 år) trodde at energi ble frigitt når kjemiske bindinger ble brutt. Denne forståelsen viste seg å være koblet sammen med tanken om at kjemiske bindinger er en fysisk enhet, og som krever energi for å bygges, og frigjør energi når den ødelegges. Videre hevdet Boo at en slik forståelse, sammen med en idé om at det er mat alene som inneholder energi, fører til misoppfatningen at oksygen ikke inneholder kjemisk energi.

Ayyildiz & Tarhan (2012) undersøkte hvordan forståelse av grunnleggende begreper påvirker misoppfatninger hos 17år gamle elever i Tyrkia. I kontrollgruppa fant han at 26 % av elevene mente at bryting av kjemiske bindinger frigjør energi. De fant også en rekke andre misoppfatninger knyttet til kjemiske reaksjoner og energi. Misoppfatningene eksisterte ikke som isolerte forståelser, og gjennom intervjuer med elevene fant Ayyildiz & Tarhan at misoppfatningene ofte kom av dårlig forståelse av de grunnleggende begrepene. Ved å fokusere på å bedre forståelsen av grunnleggende begreper, deriblant energi og varme, hadde bare halvparten så mange elever i eksperimentgruppa den samme misoppfatningen. Dette viser hvor viktig god forståelse av begrepet energi er for å unngå misoppfatninger om kjemisk energi.

### 2.2.4 Misoppfatninger i lærebøker

En del forskning har også fokusert på misoppfatninger i lærebøker. Duit (2009) sin database inneholder en del referanser til slik forskning. Det fokuseres på svært mange forskjellige emner, men sjelden direkte på energi. Likevel finnes det noe forskning som dokumenterer at lærebøkens fremstilling av begrepet energi ikke er tilfredsstillende.

Stern & Roseman (2004) analyserte ni amerikanske læreverk for 6.-8.trinn i faget «life science» for å finne ut hvordan de behandlet temaet «Flow of matter and energy in ecosystems» (s.541). Hovedfunnene var at lærebøkene i liten grad tok hensyn til elevers eksisterende kunnskap og at abstrakte begreper ble fremstilt på en lite tilfredsstillende

måte. For eksempel fokuserte svært få av bøkene på at energi kan overføres, men ikke oppstå eller forsvinne. I fotosyntese ble lysenergi fremstilt som noe som er *nødvendig* for å danne sukker. At lysenergien blir omdannet til kjemisk energi ble derimot ignorert. Stern & Roseman fant også at forklaringer om energibegrepet som ble gjort på et årstrinn, i liten grad ble koblet til begrepet når ordet ble brukt på senere årstrinn.

Abimbola & Baba (1996) analyserte en nigeriansk lærebok i biologi for 10.-12.trinn for misoppfatninger. I kapitlet «Respiration and energy release» fant de den høyeste tettheten av misoppfatninger i hele læreboka, med 18 misoppfatninger på 10 sider.

I tillegg til forskning direkte på lærebøker, finnes det en rekke artikler som handler om misoppfatninger knyttet til energi i lærebøker. Storey (1992) skriver om feil og misoppfatninger i biologilærebøker knyttet til energi og celleånding. Jewett (2008) hadde en serie på fire artikler kalt «Energy and the Confused Student», om energibegrepet i fysikk. Gauld (1997) påpeker i sin artikkel «It Must be True – It's in the Textbook» flere misoppfatninger som finnes i lærebøker, og gir forslag til korreksjoner av disse.

Til sist nevnes Ross (1993), som spesielt tar for seg kjemisk energi og misoppfatningen «bryting av kjemiske bindinger frigjør energi». Han hevder at det er vanlig å si at mat og drivstoff inneholder energi, men at denne måten å forklare kjemisk energi på fungerer som en barriere for forståelsen. Elever kan komme til å tro at: 1. når noe brenner blir stoffet omdannet til energi. 2. energi frigjøres når bindingene i stoffet brytes. 3. oksygen inneholder ikke kjemisk energi. Derfor kan det være uheldig å uttrykke at mat *inneholder* energi eller at energi frigjøres fra maten. Også Gauld (1997) er kritisk til å skrive at noe inneholder energi. Som et alternativ til den måten å uttrykke seg på, foreslår han at det heller uttrykkes slik: «Energien finnes i både maten (eller drivstoffet) og oksygenet» og at «energi frigjøres når disse forbindelsene reagerer i celleånding eller forbrenning» (s.22, min oversettelse).

## 2.3 Lærebøker

I Norge gir læreplanen LK06 føringer for hva elever skal lære i hvert fag på skolen. (Kunnskapsdepartementet, 2010). Den sier hva elevene skal kunne etter 2., 4., 7, 10. trinn og Vg1. Lærere må derfor forholde seg til læreplanen når de legger opp undervisningen i hvert fag. Likevel vil nok de fleste ha erfart fra skolen at lærebøker også spiller en stor rolle i hvordan undervisningen legges opp. En stor rapport kalt «Valg, vurdering og kvalitetsutvikling av lærebøker og andre læremidler» presenterte og sammenfattet ulik forskning på lærebøker og læremidler (Skjelbred, 2003). Den viste at lærebøker har en svært viktig plass i norsk skole (s.61):

- 80 % av lærerne presenterer stoffet i undervisningen med utgangspunkt i læreboka.
- 75 % av lærerne sier at elevene ofte arbeider med lesestoffet og med de skriftlige oppgaver i boka.
- 87 % av lærerne sa at de ofte brukte læreboka i undervisningen. Lærere i natur- og miljøfag var de som brukte læreverkene mest.

Rapporten er ti år gammel, og ble skrevet før LK06 ble innført. Det har nok skjedd noen endringer i skolesystemet på de ti årene, men det er lite sannsynlig at det har skjedd store omveltninger at resultatene den presenterte er irrelevante for dagens skolehverdag.

En kan slå fast at lærebøkene har en viktig rolle i norsk skole. Det er derfor legitimt å hevde at de er viktige for elevenes læring. Hva lærebokforfatterne velger å ta med i lærebøkene påvirkes naturligvis av innholdet i læreplanen, men ikke kun av den. Knain (2002) påpeker at forfatterne av lærebøker står i en naturfaglig *tradisjon*, som medfører en toveis påvirkning. Naturfagets tradisjon legger føringer for hva som regnes for viktig kunnskap, samtidig som lærebøkene legger føringer for undervisning i naturfag. Hvordan lærebøkene i naturfag fremstiller og forklarer fagstoffet, blir derfor viktig både for naturfagets tradisjon og for elevers læring.

Det er en rekke ulike måter å analysere lærebøker på, både i fremgangsmåte og i hva det fokuseres på. Analyse av lærebøker kan gjøres på mange ulike måter, og med forskjellig fokus. Senere presenteres en metodisk inndeling av ulike typer lærebokanalyse (del 3.1.2). Selv om det er gjort mye forskning på lærebøker, er det ikke alle som er like relevante for denne oppgaven. Under gjengis det derfor bare forskning som blir vurdert til å være relevant for undersøkelsen som ble gjort i denne oppgaven. Det er ikke funnet nyere forskning på norske lærebøker knyttet til misoppfatninger eller energibegrepet.

### 2.3.1 Tidligere forskning på naturfaglige lærebøker i Norge

Knain (2002) intervjuet tolv elever på videregående om deres naturfagsbøker. I tillegg gjorde han en tekstanalyse av utvalgte kapitler i lærebøkene deres. Læreboka som ble analysert var en tidligere versjon av *Naturfag 5*. Elevene på allmennfaglig studieretning (tilsvarer studieforberedende utdanningsprogram) var generelt godt fornøyde med læreboka. De fortalte også at de brukte boka mest til «pugging» av lærestoffet. Knain (2002) så dette i sammenheng med at læreboka var oversiktlig og strukturert. En godt strukturert bok er godt egnet til «pugging».

Fjørstad (2000) analyserte norske læreverk med naturvitenskapelig innhold for grunnskolen, ved hjelp av TIMSS dokument analyse. Lærebøkene hun analyserte ble brukt da M87 var gjeldende læreplan. Hun analyserte blant annet hvilke vitenskapsfag fagstoffet i lærebøkene tilhørte. I læreboka i o-fag 3. klasse fant hun denne fordelingen: biologi 67 %, fysikk 15 %, kjemi 1 %, geofag 6 %. Læreboka for naturfag 7. klasse hadde fordelingen: biologi 56 %, fysikk 6 %, kjemi 12 %, geofag 14 %. Resultatene hennes viste at fagstoff knyttet til biologi utgjorde en svært stor del i o-fag og naturfagsbøkene.

Østby (2010) gjorde en komparativ analyse av fysikk-kapitler i fire lærebøker på Vg1, med fokus på allmenndannelse og interesser. Grunnen til at analysen hennes er interessant for denne oppgaven er at hun tallfestet hvor store deler av lærebøkene som kunne kategoriseres innenfor fysikk. Lærebøkene hun analyserte, var de samme som i denne oppgaven (to av lærebøkene har kommet med nye utgaver), derfor er tallene interessante. Østby fant at litt over 50 % av innholdet i lærebøkene kunne knyttes til fysikk, og at andelen var nokså lik i de forskjellige lærebøkene. Den største andelen av fysikkstoff var knyttet til kompetansemålet *stråling og radioaktivitet*. En del stoff var



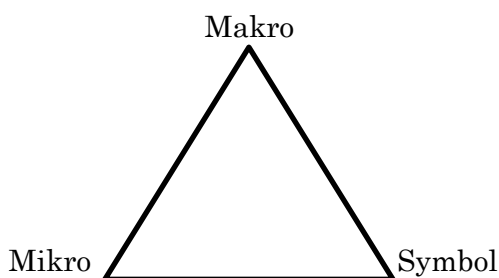
også knyttet til *energi for framtiden, bærekraftig utvikling*, samt en kategori kalt *tilleggsstoff* som ikke var knyttet til noe bestemt kompetansemål.

### 2.3.2 Lærebøkers utfordringer

Til slutt vil det trekkes frem to utfordringer ved læring i naturfag. Den første er bruk av ulike *representasjonsnivå*, den andre er bruk av *modeller*. Begge er relevante for store deler av naturfaget, deriblant energibegrepet. Både lærere og lærebokforfattere må ta hensyn til disse to utfordringene når fagstoff skal presenteres.

Johnstone (2006; 2010) mener at lærestoff, særlig i kjemi, kan presenteres på tre forskjellig nivåer, *makronivå*, *mikronivå* og *symbolnivå*. Ofte brukes flere av disse nivåene samtidig, uten at en er klar over det.

- **Makronivå** er det som er håndgripelig og synlig. Det kan være egenskaper som farge og hardhet, eller å kjenne at temperaturen er høy eller lav.
- **Mikronivå** er det som er usynlig og på atomnivå. Da er det snakk om molekyler, ioner og bindinger. Dette ting som er umulige å se med øyet uten spesielle mikroskop, men som en allikevel vet eksisterer.
- **Symbolnivå** er de ord, symboler og begreper som brukes for å forklare og beskrive. De kan brukes for å kunne sette ord på stoffer og prosesser. Matematiske sammenhenger er også inkludert i symbolnivå.



**Figur 2.3.1: Kjemiens tre representasjonsnivå. Etter Johnstone (2006).**

Selv om representasjonsnivåene i utgangspunktet er ment for læring i kjemi, har de stor overføringsverdi til naturfaget. Både på grunn av at faget inneholder kjemistoff, og fordi nivåene brukes i andre deler av naturfagpensumet. De ulike nivåene settes av Johnstone (2006) i hvert sitt hjørne av en trekant (figur 3.2.1). I enhver læringssituasjon opereres det på et eller annet sted innenfor trekanten, etter hvilke nivåer som brukes. Et av de største hindrene for læring, er at alle de tre nivåene benyttes samtidig, spesielt når nytt stoff skal læres (Johnstone, 2010). Da kan det lett skje at det introduseres for mange nye ting samtidig, og korttidsminnet overbelastes. Det fører ofte til forvirring og frustrasjon. Johnstone (2010) anbefaler derfor at det i størst mulig grad opereres på maks to av representasjonsnivåene samtidig.

I naturfag er *modeller* et nyttig verktøy. Det er en rekke naturlige fenomener og prosesser som det ikke er mulig å observere i en naturfaglig undervisningssammenheng. Det kan være fordi endringene skjer for fort (en ball som deformeres når den sparkes

hardt) eller over for lang tid (fjellformasjoner som blir til). Andre ting er vanskelige å observere fordi de skjer på atomnivå (kjemiske reaksjoner) eller over for store områder (skoggrenser som flytter seg). Dette er det imidlertid mulig å beskrive med modeller. Hannisdal & Ringnes (2003) forklarer en modell som «en forenklet representasjon av et fenomen, som konsentrerer oppmerksomheten på spesielle aspekter ved fenomenet og derved gjør det mulig å skaffe seg større viten om fenomenet.» (s.200). Videre sier de at bak alle modeller er det en virkelighet, og at denne virkeligheten kan være «et objekt, en prosess eller et system» (s.200).

Det at modeller er en forenkling, har både sine positive og negative sider. Fordelen er at det er mulig å beskrive de aspektene som en mener er viktigst. På den måten kan noe som er komplisert forklares slik at det er mulig for elever å skjønne det som er mest sentralt. Som regel demonstrerer modellen bare noen få forhold ved virkeligheten. Ulempen med modeller er at «elever har ofte problemer med å skille mellom modell og virkelighet» (Ringnes & Hannisdal, 2006, s.170). Dermed kan forhold som representeres galt i modellen, bli en del av elevenes forståelse. Ved bruk av modeller er det derfor helt avgjørende at fordelene og ulempene vurderes opp mot hverandre. Det kan også være nyttig for elever å bli fortalt hvilke begrensninger en modell har.

## 3 Metode

I dette kapittelet redegjøres det først for noen ulike teorier om metode. Deretter beskrives metoden som ble benyttet i denne oppgaven. Til slutt begrunnes og evalueres metoden.

### 3.1 Metodeteori

#### 3.1.1 Kvalitativ og kvantitativ metode

Innenfor metode er det vanlig å skille mellom kvantitativ og kvalitativ metode.

**Kvantitativ metode** kjennetegnes ved at det er antall eller mengde en er interessert i. Et mål for denne metoden er å gjøre innsamlingsprosessen *objektiv* og det er viktig med *distanse* (Kleiven, 2002). Innsamling og analyse av data skjer innenfor denne metoden i to separate prosesser.

**Kvalitativ metode** fokuserer på egenskaper ved det som analyseres. Da er *nærhet* og *fleksibilitet* viktigere kriterium (Kleiven, 2002). Den som analyserer har da mulighet til å gjøre subjektive vurderinger. Innsamling og analyse av dataene kan skje i samme prosess innenfor denne metoden, men det er uansett viktig at det er samme person som samler inn og analyserer (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2010).

Skillet mellom metodene går særlig på innsamlingen av dataene og grad av strukturering (Johannessen et al., 2010). Overgangen mellom metodene må sees på som en gradvis overgang, selv om beskrivelsen over beskriver dem som ytterpunkter. Ofte er det nyttig å bruke metodene sammen, fordi de har ulike styrker og svakheter. Dette kalles *metodetriangulering* (Johannessen et al., 2010). Kvantitativ metode har sin styrke i at den er *objektiv* og at resultatene er *lett etterprøvbare* (Angvik, 1982). Metoden kan enkelt benyttes på en stor mengde data. Kvalitativ metode har sin styrke i at den er *nyansert* og *fleksibel*. Den er bedre egnet på en mindre datamengde, der må gjøres en vurdering av dataene.

Metode, forklares av Johannessen et al. (2010) som «å følge en bestemt vei mot et mål» (s.29). Hvilken fremgangsmåte (metode) som velges kommer an på hvilke sterke sider en ønsker å ivareta, og hvilke svake sider en kan akseptere eller som er mindre relevante. Ingen metode er perfekt, men en metode kan være bedre egnet for den valgte problemstillingen. Målet er å finne en metode som tilfredsstiller så mange krav som mulig. I denne oppgaven ble det valgt en metode som hadde innslag av både kvalitativ og kvantitativ metode. Grundig beskrivelse av metoden som ble brukt i denne oppgaven er gitt i del 3.2.

#### 3.1.2 Lærebokanalyse

I følge Angvik (1982) går det an å dele skolebokanalyse inn i etter forskjellige kriterier. To slike inndelinger presenteres under. Skolebøker forstås av ham som «alt skrevet materiell utarbeidet for elever i undervisningssituasjoner» (s.377) og omfatter også lærebøker.

**Enkeltbokanalyse** er analyser av bare en bok. Formål med slike analyser kan være å «rense lærebøkene for feil, ensidigheter og forvrengninger og utvikle avspenning gjennom undervisning etter faglige korrekte bøker.» (s.370, Angvik, 1982)

**Gruppeanalyse** tar for seg flere lærebøker, og kan igjen deles i to:

**Tverrsnittundersøkelser** analyserer bøker fra samme tidsrom,

**Lengdesnittundersøkelser** analyserer lærebøker fra forskjellig tidsrom og deres fremstillinger over tid.

Det går også an å dele inn etter hvilke interesser som ligger bak analysen:

**Fagvitenskapelige analyser** vurderer om fremstillingen er i samsvar med dagens forskningsresultater.

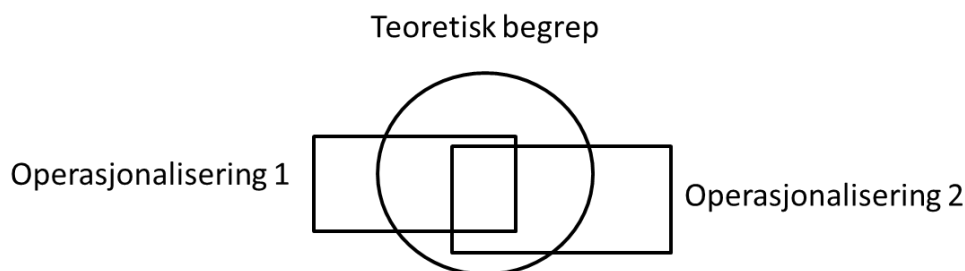
**Pedagogisk-teoretisk og praktisk motiverte undersøkelser** kontrollerer om de stemmer med oppfatninger på disse områdene.

**Politisk/ideologiske undersøkelser** omfatter analyser som ser på blant annet samsvar med gjeldende lovgivning og fagplaner, samt undersøkelser fra pressgrupper utenfor skolesystemet.

Analysen i denne oppgaven er en gruppeanalyse av typen tverrsnittundersøkelse. Den er motivert av både fagvitenskapelig og pedagogiske perspektiver på undervisning i naturfag.

### 3.1.3 Operasjonalisering og metodens validitet

I undersøkelser kan det være ønskelig å bestemme et antall kvantitativt, som ikke kan telles eller måles direkte. En fremgangsmåte for å løse det problemet er å klassifisere eller kategorisere det studerte objektet etter *kriterier* eller *indikatorer*. Da blir kategorien *operasjonelt definert*. Satt på spissen er slike kategoriseringer, i følge Kleiven (2002), «alltid gale, men like fullt nødvendige» (s.62). Det vil alltid være en usikkerhet ved bruk av slike indikatorer fordi de kan vise til andre egenskaper enn de er ment til. Samtidig kan indikatorene være det eneste det faktisk er mulig å måle, og derfor eneste mulighet til å utføre målingen. For å gi så gode operasjonelle definisjoner som råd må indikatorer eller kriterier velges med omhu. Samtidig må de stemme over ens med eventuelle teoretiske definisjoner av det en ønsker å studere. Alle disse hensynene var viktige for utviklingen av metoden i oppgaven.



Figur 3.1.1: Illustrasjon av systematiske målingsfeil. Etter Kleiven (2002).

**Tilfeldige** og **systematiske målingsfeil** kan begge redusere kvaliteten til metoden. Tilfeldige målingsfeil er avvik som skyldes tilfeldigheter som det ikke er mulig å kontrollere, men som vil jevnes ut bare det er tilstrekkelig mange målinger (Kleiven, 2002). Systematiske målingsfeil kommer av at operasjonaliseringen ikke fullstendig overlapper med det teoretiske begrepet i følge Kleiven (2002). Videre påpeker han at målingsfeilene kommer av at operasjonaliseringen tar med områder som er utenfor det teoretiske begrepet. I tillegg tas ikke med områder som faller utenfor operasjonaliseringen, men som er innenfor det teoretiske begrepet. Figur 3.1.1 illustrerer dette på en god måte.

Når en skal evaluere en metode kan det i følge Johannessen et al. (2010) gjøres ut fra fire kriterier (s.229):

**Relabilitet** knytter seg til selve undersøkelsen, hva som undersøkes, hvilke utvalg som blir gjort og hvordan selve undersøkelsen utføres. Innenfor kvantitativ metode kan relabiliteten testes med statistiske verktøy. Det er ikke mulig innenfor kvalitativ metode. Da økes relabiliteten ved å gi en grundig og detaljert beskrivelse av metoden.

**Indre validitet** handler om hvorvidt metoden undersøker det den har til hensikt å undersøke. God indre validitet betyr at tallene fra undersøkelsen stemmer godt over ens med virkeligheten. Kvaliteten på de operasjonelt definerte kategoriene er avgjørende.

**Ekstern validitet** sier noe om resultatene er gyldige også i andre situasjoner, altså om funnene kan overføres til andre situasjoner. Ekstern validitet blir derfor bedre om resultatene kan sies å ha generell gyldighet.

**Objektivitet** viser til hvorvidt forskerens subjektive holdninger påvirker resultatene. Objektiviteten blir bedre om det blir gjort rede for vurderinger, avgjørelser, avvik og andre ting som er relevant for resultatene. Dersom andre har gjort funn som støtter opp under det analysen viser, styrker det objektiviteten.

## 3.2 Beskrivelse av metoden

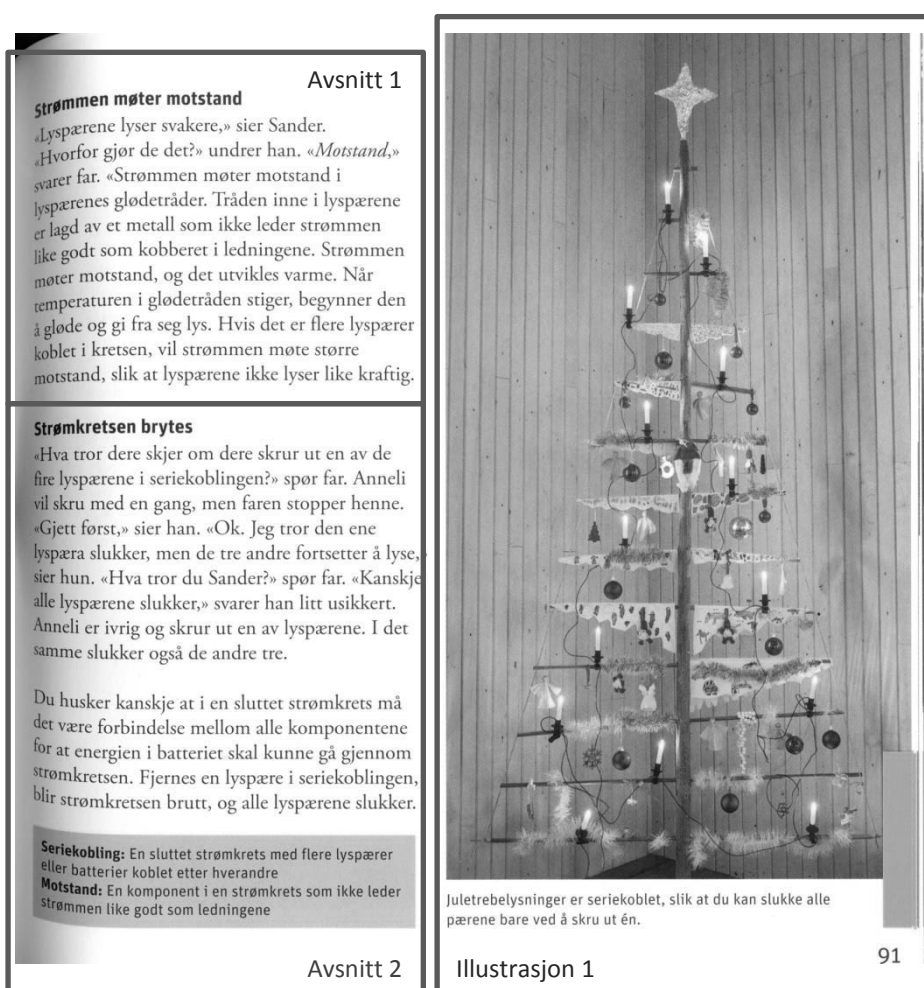
Fordi energibegrepet i norske lærebøker, eller lignende analyser ikke har blitt gjort før, ble det utviklet en metode spesielt for denne oppgaven. Det gis derfor en ganske omfattende beskrivelse, begrunnelse og evaluering av metoden. Deler av fremgangsmåten og kategoriseringene er inspirert av lærebokanalyser i andre masteroppgaver for naturfag (Fjørstad, 2000; Østby 2010) og fysikk (Halsan, 2009). Antallet lærebøker ble analysert i denne oppgaven er imidlertid større enn i de nevnte lærebokanalysene.

### 3.2.1 Gjennomføring av lærebokanalysen

Selve analysen av lærebøkene ble utført omtrent midt i tidsperioden som var avsatt til masteroppgaven, og tok ca. fire uker å gjennomføre. Lærebøker for 5.-7. årstrinn, 8.-10. årstrinn og Vg1 ble analysert. Liste over lærebøkene gis i kapittel 4. Alle lærebøkene ble lest gjennom fra start til slutt. Underveis ble innholdet i lærebøkene kodet etter

bestemte kriterier. Samtidig ble det notert en del uttrykksmåter som var «typiske», eller som var spesielt interessante i forhold til elevers forståelse av kjemisk energi. Dette var for å kunne anvende dem som eksempler, og for å kunne si noe om hvordan lærebøkene forklarer kjemisk energi.

Tekstene i lærebøkene ble delt inn i *avsnitt*. Inndelingen tok utgangspunkt i lærebokas opprinnelige struktur. **Et avsnitt ble definert som et tekstsegment med tilhørende overskrift eller underoverskrift.** (se figur 3.2.1). Tekstsegment i bøkene som startet med et ord eller en setning med uthevet skrift ble ikke talt som eget avsnitt i denne oppgaven. To tekstsegment som var adskilt med doble linjeskift, uten ny overskrift, ble kodet som ett avsnitt. I de fleste tilfellene var *avsnitt* sammenhengende, uten linjeskift, og er derfor overensstemmende med slik avsnitt blir forstått i dagligtale. «Faktabokser» som ikke hadde egen overskrift ble også inkludert i avsnittet. Dersom boksen hadde egen overskrift ble det regnet som et nytt avsnitt. Det var bare den tekstlige fremstillingen og illustrasjoner som var fokuset i oppgaven. Derfor ble følgende ekskludert fra analysen: Oppgaver, forsøk/elevøvelser, oppsummeringer på slutten av kapitler, og bokser med «dette skal du lære» eller læreplanmål for kapitlet.



Figur 3.2.1: Eksempel på inndeling i avsnitt og illustrasjoner (Yggdrasil 7, s.91).

Fordi oppgaven handler om begrepet energi, ble **kun avsnitt som brukte ordet energi, enten alene eller i et sammensatt ord, registrert i undersøkelsen**. Først ble et avsnitt skimlest. Dersom det ikke inneholdt energi, ble det ikke tatt med i analysen. «Avsnitt 1» i figur 3.2.1 ble derfor ikke registrert, mens «avsnitt 2» ble registrert. Et avsnitt som inneholdt energi ble tildelt koder etter en helhetlig vurdering av hele avsnittet. Så ble det registrert ved å sette streker i et registreringsskjema, etter hvilke koder avsnittet ble tildelt. Kriterier for kodingen beskrives senere.

Eksempel på et registreringsskjema fra undersøkelsen vises på figur 3.2.2. Det inneholder informasjon om navn på læreverk, årstrinn og totalt antall avsnitt. Skjemaet er bygget opp som en matrise med tre typer koder: *fagkode*, *læreplankode* og *begrepskode*. Fagkodene er plassert helt øverst, læreplankodene og begrepskodene er plassert vertikalt. Skjemaet har to deler, den øverste delen inneholder fagkoder og læreplankoder, den nederste fagkoder og begrepskoder. Når et avsnitt ble registrert i skjemaet, ble det satt en strek i rutene i matrisen etter hvilke koder det ble tildelt.

Navn på lærebok: *Natur og Univers*      Antall avsnitt: *197*  
 Årstrinn: *10*

		Fagkode								
		Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/fys	Naturfag
Læreplankode	Forskerspiren									
	Mangfold i naturen									
	Kropp og helse									
	Verdensrommet									
	Fenomener og stoffer									
	Teknologi og design									
Begrepskode	Potensiell energi	+++ 								
	Kinetisk energi	+++ +++								
	Kjemisk energi									
	Termisk energi	+++ 								
	Strålingsenergi									
	Elektrisk energi									
	Energi-overføring	+++      +++								
	Energikilde									
	Energibærere									
	Energiinnhold	+++ +								
	ENØK									
	Energi alene	+++ +++ +++								
	Andre	+++ +++ +++								

Figur 3.2.2: Ferdig utfylt registreringsskjema for *Natur og Univers 10*.

Læreplankoden var i stort sett gitt på forhånd, fordi den tok utgangspunkt i hvilket kapittel avsnittet var innenfor. Derfor var det enkelt å vite hvilken rad i den øverste delen av matrisen det skulle settes strek. Et avsnitt ble bare tildelt én fagkode, og streken ble satt i den tilhørende kolonnen. Dermed ble det kun satt én strek i den øverste delen for hvert avsnitt. Heretter kalles en slik strek for en *singel registrering*. Formålet med disse var å kunne avgjøre kvantitativt hvor stor forekomsten av begrepet energi i lærebøkene var, uten at noen avsnitt ble talt dobbelt og således førte til en for stor forekomst.

Et avsnitt ble tildelt begrepskode etter hvilke sider ved energibegrepet det omhandlet. Disse ble registrert i skjemaet ved å sette streker i den nederste delen av matrisen. Fremdeles ble det satt strek i kolonnen for den tildelte fagkoden. Dersom avsnittet ble tildelt flere begrepskoder, ble det satt strek i hver rute som tilhørte de aktuelle begrepskodene. Dermed kunne et avsnitt bli registrert med flere streker i den nederste delen av matrisen. Slike streker blir i heretter kalt *multippel registrering*. Begrunnelsen for å bruke multiple registreringer i den nederste delen var at det gav større analyse- og sammenligningsmuligheter. Det var ikke behov for single registreringer i den nederste delen, fordi registreringen i den øverst delen gav single registreringer.

Naturfaglige tekster er *multimodale* (Kolstø, 2009). Det betyr at illustrasjoner også er med på å formidle energibegrepet. Selv om den tekstlige fremstillingen av energibegrepet er viktigst i denne oppgaven, ble illustrasjoner også registrert. Separat registrering av illustrasjoner ble valgt for å ha en mulighet til å sammenligne tekst og illustrasjoner. For hver lærebok ble det brukt ett registreringsskjema som talte antall avsnitt, og ett som talte illustrasjoner. **I denne oppgaven ble illustrasjoner definert som bilder, tegninger, modeller og tabeller, med tilhørende figurtekst.** Kun illustrasjoner som eksplisitt nevnte energi, enten i illustrasjonene eller figurteksten, ble registrert. Kodingen ble utført på samme måte og med samme kriterier som for avsnittene. For eksempel inneholder ikke illustrasjonen i figur 3.2.1 energi, og ble derfor ikke registrert.

### 3.2.2 Læreplankoder

Læreverkene er laget for å bidra til at elevene oppnår kompetansemålene som er gitt i læreplanen. Det er læreplanmål elevene skal kunne etter 2., 4., 7., 10. årstrinn og Vg1 (Kunnskapsdepartementet, 2010). I denne oppgaven ble ikke lærebøker for 1.-4. årstrinn analysert. Læreplanmålene for 5.-7. årstrinn skal til sammen bli dekket av de tre lærebøkene som inngår i læreverkene for de årstrinnene. Det er tilsvarende på 8.-10. årstrinn. Da «fordeles» kompetansemålene utover tre bøker i et læreverk, og fordelingen er ikke nødvendigvis lik fra læreverk til læreverk. Derfor kan en ikke sammenligne to lærebøker som begge er ment for 8. årstrinn, fordi de kan dekke forskjellige kompetansemål. Lærerveiledningene som tilhørte læreverkene på 5.-7. og 8.-10. årstrinn inneholdt beskrivelse av hvilke læreplanmål hvert kapittel i tilhørende bok var ment til å dekke fullstendig eller delvis. Lærebøkene på Vg1 inneholdt tilsvarende beskrivelser enten i begynnelsen av hvert kapittel eller i starten på boka.



Kapitlene i hver lærebok ble gitt en kode etter hvilke(t) hovedområde og kompetansemål kapitlet var knyttet til. Koden besto av tre tegn. Først et tall som anga hvilket årstrinn kompetansemålet var tilknyttet i læreplanen. Så en bokstav etter hvilket hovedområde kompetansemålet tilhører. Sist et tall som anga hvilket kompetansemål det er. Både hovedområder og kompetansemål ble gitt bokstav eller tall, nummerert ovenfra i læreplanen. I koden 10.B.2 står 10 for kompetansemål etter 10. årstrinn, B betyr andre hovedområde, her *mangfold i naturen*. 2 viser til andre kompetansemål «at eleven skal kunne gjøre greie for celledeling samt genetisk variasjon og arv» (s.9, Kunnskapsdepartementet, 2010). Tildeling av kode til et kapittel skjedde før gjennomlesingen. Derfor var det enkelt å gi læreplankode til avsnittene. I appendiks B er det en liste over læreplankoder til hvert kapittel, som ble brukt i registreringen.

**Læreplankodene anga hvilket hovedområde avsnittet kan knyttes til.** Disse var basert på hvilke læreplanmål kapitlet skulle dekke i følge lærerveiledningen. I de aller fleste tilfeller ble kun kompetansemål fra et hovedområde dekket av hvert kapittel, men noen kapitler dekket kompetansemål fra flere hovedområder. Da ble avsnitt som inneholdt energi, gitt en læreplankode basert på en vurdering av innholdet i det avsnittet. Stort sett var det uproblematisk å gi læreplankode til slike avsnitt. Begrunnelsen for å gi avsnittene en læreplankode var muligheten for å gå tilbake for å se hvilke kompetansemål som var knyttet til stor forekomst av energibegrepet, og hvilke vitenskapsfag disse var tilknyttet.

Hovedområdet *forskerspiren* ble i mange læreverker betegnet som gjennomgående, og var ofte spredd utover alle kapitlene. Kun kapitler som eksplisitt ble knyttet til det hovedområdet, ble tildelt kode som viste til kompetansemål innenfor *forskerspiren*.

### 3.2.3 Fagkoder

I undersøkelsen ble hvert avsnitt tildelt en **fagkode for å gruppere avsnittene etter hvilket vitenskapsfag innholdet tilhørte**. Utgangspunktet var fagene *fysikk, kjemi, biologi og geofag*. Kriteriene for hver fagkode ble valgt ut fra hva som er karakteristisk for de ulike vitenskapsfagene. Disse kalles «rene» fagkategorier en del steder i oppgaven. Tradisjonelt har naturvitenskapen grovt sett vært inndelt i de overnevnte fagene, men skolefaget naturfag har som mål å flette disse sammen til et helhetlig fag (Kunnskapsdepartementet, 2010). LK06 skiller ikke innholdet etter disse vitenskapsfagene, derfor ble inndelingen delvis basert på TIMSS (2009) rammeverk for kategorisering i vitenskapsfag i naturfag for 8. årstrinn. Siden det er energibegrepet som er i fokus i denne oppgaven, nevnes bare de TIMSS-kategoriene hvor energi er sentralt.

I mange avsnitt var det ikke tilfredsstillende å klassifisere et avsnitt i en av de overnevnte fagkategoriene. Da ble de «kombinerte» fagkodene *fys/kje, kje/bio, bio/fys, geo/fys* og *naturfag* benyttet. Rekkefølgen på vitenskapsfagene ble her tilfeldig valgt og angir ikke noen tendens til at det aktuelle avsnittet ligger nærmere det ene eller det andre vitenskapsfaget. Disse fagkodene ble brukt i tilfellene der det ikke var mulig å tillegge avsnittet et tydelig fokus på kun det ene vitenskapsfaget. Navngivingen på kodene ble gjort for at de senere skulle kunne anvendes som navn på kategorier i grafer og tabeller.

**Fysikk** knytter seg til energi på mange måter. Energioverganger/overføring, bevegelse, elektrisitet, stråling, varme og arbeid er sentrale aspekter ved energi i fysikkfaget. Derfor ble avsnitt med hovedfokus på disse sidene ved energibegrepet kodet under fysikk. Tradisjonelt har nok energi stort sett vært knyttet til fysikkfaget. Alle de overnevnte aspektene nevnes av (Angell et al., 2011b) som viktige i fysikkdelen i naturfaget. Det brede omfanget til energi i fysikk vises også i TIMSS (2009) rammeverk, hvor samtlige kategorier er nært knyttet til energi: «Physical states and changes in matter», «energy transformations, heat, and temperature», «light and sound», «electricity and magnetism» og «forces and motion» (s.72)

**Kjemi** fokuserer på energibegrepet stort sett bare i forbindelse med kjemiske reaksjoner. Reaksjoner beskrives og forklares i kjemi ofte med kjemiske formler og reaksjonslikninger, derfor ble avsnitt og illustrasjoner stort sett kodet som kjemi når slike var til stede. Forklaringer av hvordan batterier virker eller utnyttelse av energikilder ble kodet under kjemi dersom kjemiske reaksjoner var i fokus. Alle disse momentene kan kategoriseres under det TIMSS betegner som «chemical change» (s.69).

**Biologi** handler om hvordan levende organismer fungerer, derfor er ble denne koden primært benyttet der det var snakk om hvordan levende organismer utnytter og lagrer energi. Fotosyntese og celleånding er sentrale prosesser. Energi i sammenheng med ernæring ble også kategorisert under biologi. Disse emnene omfattes er i stor grad av TIMSS-kategoriene «cells and their functions», «ecosystems» og «human health» (s.53).

**Geofag** knytter seg til energi ved at globale prosesser som skjer på jorda er drevet av energi. Slik sett er energi et nøkkelbegrep i geofag, men fokuset ligger ikke alltid på at det er energien som driver det. Jordskjelv, klima, vulkaner og jordvarme er eksempler på emner hvor energi kan ha en sentral plass, og hvor det ble kodet med fagkoden geofag. I TIMSS rammeverk omfattes disse aspektene av «earth's structure and physical features» og «earth's processes, cycles and history» (s.76).

Det ble også benyttet fire «kombinerte» fagkoder, **fys/kje**, **kje/bio**, **bio/fys** og **geo/fys**. De ble brukt på avsnitt hvor det var en stor grad av overlapp mellom to fagkoder. Eksempler på dette er kjernereaksjoner (fys/kje), fotosyntese/celleånding med reaksjonslikninger inkludert (kje/bio) og helseskader ved stråling (bio/fys). Geo/kje og geo/bio ble ikke brukt som fagkoder fordi det ble regnet som lite sannsynlig at energibegrepet hadde stor forekomst innenfor dem.

**Naturfag** fungerte delvis som en «oppsamlingskode» når et avsnitt eller en illustrasjon ikke tydelig tilhørte noen av de andre vitenskapsfagene, eller dersom det var flere enn to fagkoder som overlappet. Temaer som av natur er tverrfaglige, for eksempel energi knyttet miljøspørsmål og mennesket som forbruker, ble på forhånd definerte til å tilhøre denne fagkategorien. Noen av de emnene som TIMSS definerer under «earth science», ble i denne analysen gitt koden *naturfag*.

### 3.2.4 Begrepskoder

Når et avsnitt eller en illustrasjon ble registrert, ble det tildelt **begrepskoder etter hvilke sider ved energibegrepet som var representert**. Disse kodene hadde utgangspunkt i de aspektene ved energibegrepet som ble beskrevet i del 2.1. Noen ganger måtte det benyttes flere begrepskoder, fordi flere sider ved energibegrepet var representert. De seks første kodene representerte ulike *energiformer*. De fem neste viste til andre sider ved energibegrepet. De to siste var «oppsamlingskategorier».

Tildelingen av begrepskoder kom an på hvilken sammenheng ordet energi ble brukt i. Oftest var det ordet rett foran og/eller rett etter «energi» som bestemte begrepskoden(e) som ble gitt. Når «energi» ble brukt som en del av et sammensatt ord, ble det sammensatte ordet vurdert for å bestemme begrepskode. I noen få tilfeller var det nødvendig å analysere hele setningen energi forekom i, for å tildele begrepskode. Det ble forut for undersøkelsen bestemt hvordan en del forskjellige ord og uttrykksmåter skulle kodes (se tabell 3.2.1). Disse ble brukt som indikatorer for å bestemme hvilke begrepskoder som skulle benyttes i hvert tilfelle. Begrepskodene gjenspeiler også beskrivelsen av energibegrepet i del 2.1.

**Tabell 3.2.1: Indikatorer for de forskjellige begrepskodene.**

Begrepskode	Indikator
Potensiell energi	Potensiell energi, stillingsenergi, vannenergi, fjæreenergi
Kinetisk energi	Kinetisk energi, bevegelsesenergi, vindenergi, muskelenergi
Kjemisk energi	Kjemisk energi, bioenergi, mateenergi, kjerneenergi
Termisk energi	Termisk energi, varmeenergi, geotermisk energi
Strålingsenergi	Strålingsenergi, lysenergi, solenergi
Elektrisk energi	Elektrisk energi
Energioverføring	Energioverføring, energiovergang, energitilførsel, energi-kjede, frigjøre/absorbere energi, gi fra seg/ta opp energi
Energikilde	Energikilde, energiresurs, energireserver, energilager
Energibærer	Energibærer
Energiinnhold	Energiinnhold, energirik, energifattig, inneholder energi, energien i __.
ENØK	Energiøkonomisering, energiforbruk, energibehov, energisparing, energiregnskap, energitap, energitnytting
Energi alene	Energi som ord alene, og som ikke handler om en bestemt form for energi
Andre	Sammensatte ord med energi, som ikke tilhører noen av de andre begrepskodene

## 3.3 Begrunnelser og evaluering av metoden

Metoden som ble brukt har innslag både av kvalitativ og kvantitativ metode. Kvalitativ, fordi innholdet i tekstene og avsnittene vurderes med en stor grad av nærhet. Selv om kodingen ble gjort etter bestemte kriterier, ble det gjort skjønnsmessige vurderinger i mange tilfeller, for å nyansere bruken av energibegrepet. Kvantitativ, fordi forekomsten av ordet energi ble talt. Resultatene fra kodingen forelå som tallmateriale i frekvensmatriser, som det gikk an å sammenligne og gjøre enkle beregninger med.

Sammenligning ble gjort ved å legge resultatene fra forskjellige læreverk i samme diagram, og ved å studere resultatene i frekvensmatrisene. De beregningene som ble gjort var utregning av prosentandeler innenfor de forskjellige kategoriene, og begrepskoder per avsnitt. Det kan ikke gjøres avanserte statistiske beregninger med tallmaterialet fra undersøkelsen. Grunnen er først og fremst at lengden på avsnittene varierte mye (se del 3.3.2). Standardavvik og korrelasjon ble derfor ikke beregnet, fordi verdiene ville være preget av for mange feilkilder, og derfor meningsløse.

### 3.3.1 Registreringen

Datainnsamling ble gjort ved å lese gjennom alle lærebøkene fra start til slutt. Fordi digitale tekster ikke var tilgjengelige, kunne ikke søkefunksjon brukes for å lete etter avsnitt som inneholdt ordet energi. Dette ville selvsagt vært å foretrekke, under forutsetning at det var tilgang på digitale versjoner av alle samtlige lærebøker. Ved gjennomlesing kunne det skje at ordet energi blir oversett. Dette er en viktig feilkilde for metoden. Spesielt gjaldt det sammensatte ord der energi var en del av ordet, for eksempel ord som «kjerneenergiverk». I sammenhenger der en ikke forventet at energi forekom, var det også lettere å overse ordet. Et eksempel på det er avsnitt om alternativ medisin, hvor ordet energi forekom (*Tellus 10*, s.191). Å overse ord kan karakteriseres som en tilfeldig målingsfeil. På grunn av det store antallet avsnitt, spesielt i lærebøkene på 8.-10. årstrinn og Vg1, vil feilkilden jevne seg ut. Ved sammenligning av små tallmaterialer, for eksempel på 5-7. årstrinn og i kategorier der forekomsten er lav, er det viktig å ha denne feilkilden i bakhodet. Formålet med oppgaven var ikke å gjøre nøyaktige statistisk signifikante sammenligninger av forekomsten, men å se etter noen typiske trekk ved forekomsten av begrepet energi i lærebøkene. Derfor anses denne feilkilden for å gi minimale utslag for de viktigste funnene i denne oppgaven.

Før selve analysen ble det utført en *pilotundersøkelse* for å prøve ut registrerings-skjemaet. To lærebøker ble lest gjennom og kodet. I pilotundersøkelsen ble det kodet en lærebok for ungdomstrinnet, *Tellus 10*, og en fra mellomtrinnet, *Gaia 5*. Kodingen ble utført med fremgangsmåten som ble beskrevet over. Registreringsskjemaet i piloten hadde samme struktur som det endelige skjemaet, men noen færre fagkategorier og begrepskategorier. Formålet med piloten var å kvalitetssikre registreringsskjemaet og eventuelt identifisere problemer og utfordringer som en forberedelse til hovedundersøkelsen.

**Tabell 3.3.1: Forekomsten av energi i pilotundersøkelsen og hovedundersøkelsen.**

Lærebok	Pilotundersøkelse	Hovedundersøkelse
Tellus 10	68	76
Gaia 5	8	8

Etter hovedundersøkelsen ble resultatene sammenlignet med pilotundersøkelsen (se tabell 3.3.1). For *Tellus 10* og *Gaia 5* var det henholdsvis tre og to uker mellom de to undersøkelsene og flere lærebøker hadde blitt kodet i mellomtiden. Derfor er det lite sannsynlig at den som kodet, husket hvor energi forekom. Sammenligningen viste at antallet avsnitt som inneholdt energi var helt likt i for *Gaia 5*, mens antallet i *Tellus 10*

hadde et avvik på åtte avsnitt. Det er flere mulige forklaringer på dette. Den viktigste grunnen til forskjellen mellom undersøkelsene var sannsynligvis at leser ble «flinkere» på gjennomlesing, og derfor i mindre grad overså ordet energi i tekstene. *Tellus 10* var den første læreboka som ble kodet i pilotundersøkelsen, derfor er det naturlig å tro at ordet energi ble oversett noen ganger ved første gjennomlesing.

En annen grunn til at tallene for *Tellus 10* var forskjellige, kan være at etter pilotundersøkelsen ble det gjort noen små justeringer på hva som ble registrert som et avsnitt. De tre viktigste var at: overskrift til et avsnitt ble inkludert i avsnittet, kapittel-introduksjon ble inkludert og talt som eget avsnitt, bokser som inneholdt læringsmål og «dette skal du lære» ble ekskludert i undersøkelsen. Disse justeringene var trolig opphav til noen (2-4) ekstra avsnitt.

### 3.3.2 Avsnitt

I denne oppgaven ble det valgt å telle antallet *avsnitt* hvor ordet energi forekom. Bruk av overskrifter og underoverskrifter er et bevisst valg fra lærebokforfatterens side, og signaliserer at innholdet hører sammen. Det var derfor et naturlig utgangspunkt å telle *avsnitt* (definert som et tekstsegment med tilhørende overskrift). Andre alternativ kunne vært å telle antallet sider eller linjer hvor ordet forekom, eller å telle antallet ganger ordet energi ble brukt totalt sett. Begrunnelsen for å bruke avsnitt istedenfor noen av de andre alternativene kom fra to hensyn:

For det første måtte det være mulig å kategorisere forekomsten i de ulike vitenskapsfagene. Tilordningen av en fagkode kunne ikke gjøres ved å se på et enkelt ord, i de fleste tilfeller heller ikke ved å se på en linje. Det var derfor nødvendig å se på sammenhengen ordet energi forekom, hvilket var enkelt ved å lese hele avsnittet. Siden fagkoden uansett ble basert på innholdet i avsnittet, var det mer naturlig å registrere avsnitt enn enkeltord eller linjer. Tildeling av fagkode til en hel side ville i en del tilfeller blitt problematisk fordi en side ofte har stoff som tilhører ulike fagkategorier. Ved å telle avsnitt ble det enklere å differensiere slike sider. For eksempel hadde *Naturfag 5* (s.86) et avsnitt om vann som polart løsemiddel og et om kroppens væskebalanse på samme side. Ved å bruke avsnitt kunne siden deles i to avsnitt med fagkoder henholdsvis *kjemi* og *biologi*, istedenfor å bruke den kombinerte fagkategorien *kje/bio* på hele siden. Riktignok var ikke kategoriseringen av avsnitt heller alltid like lett, men ble vurdert til å være mer korrekt enn det ville vært å kategorisere sider.

For det andre måtte det det være mulig å sammenligne hvordan læreverkene omtaler energi. Sammenligning av læreverk på samme årstrinn var viktig. Det var også ønskelig å se på forskjeller og likheter mellom læreverk på mellomtrinnet, ungdomstrinnet og første videregående. Valg av metode for å registrere forekomsten måtte gjøre dette mulig. Ved registrering av enkeltord eller linjer ville det lett blitt en skeiv fordeling fordi noen læreverk bruker ordet energi eksplisitt mange ganger, mens andre forklarer uten å bruke ordet like flittig. Denne skeivheten ble utjevnet med å registrere avsnitt istedenfor ord eller linjer. Riktignok ville registrering av ord gitt et inntrykk av hvor mye læreboka vektlegger begrepet energi i ulike sammenhenger, men dette ble til en viss grad kompensert for ved bruk av *multiple registreringer* for begrepskoder. I læreverkene var

det store variasjoner i tekstmengden på en side og i et avsnitt. Disse forskjellene ble ikke målt på noen kvantitativ måte, vurderes basert på et inntrykk etter å ha lest bøkene. Noe overraskende var variasjonene i avsnittslengde og tekst per side, størst internt i hver enkelt lærebok. To avsnitt eller sider som var rett etter hverandre, kunne inneholde svært ulik mengde tekst. Fordelen ved å telle avsnitt istedenfor sider, var størst ved sammenligning på tvers av trinn. Mens tekstinnholdet per side var mye høyere for Vg1 enn 5-7.trinn, var mengden tekst i hvert avsnitt ikke så forskjellig. Derfor ble registrering av avsnitt vurdert til å være det beste alternativet.

Variasjonene i lengde på avsnitt i lærebøkene var den viktigste grunnen til at det ikke ble gjort avanserte statistiske beregninger på resultatene. Når avsnittslengden varierte så mye som den gjorde, ble naturligvis forekomstene påvirket av det. Derfor ville det vært meningsløst å gjøre nøyaktige begninger. Det er derfor de prosentandelene som ble beregnet, avrundet til nærmeste hele tall i denne oppgaven. Forskjeller på et par prosent, må av samme grunn regnes som ubetydelige. Lengden på avsnittene hadde også innvirkning på prosentandelen av avsnittene som inneholdt ordet energi. Korte avsnitt medførte generelt mindre prosentandel. Dette forenklede eksempelet illustrerer det: Dersom en side hvor energi nevnes én gang er delt inn i fire avsnitt, inneholder 25 % av avsnittene energi. Dersom hele siden utgjør ett avsnitt, vil 100 % av avsnittene på den siden energi. De reelle avsnittene var mer kompliserte enn dette eksemplet, men det illustrerer poenget.

For å finne en måte å gjøre registreringen mest mulig lik for alle læreverk ble et avsnitt definert som en tekstsekvens med tilhørende overskrift eller underoverskrift (jfr del 3.2.1). «Bokser», for eksempel faktabokser, som hadde egne overskrifter ble derfor regnet som et avsnitt. Derimot ble bokser uten overskrift tatt med som en del av det nærmeste avsnittet. Avsnitt i bøkene som startet med et ord eller en setning med uthevet skrift ble ikke talt som eget avsnitt i denne oppgaven. Bruken av slike uthevinger varierte på tvers av læreverkene, og det ble vurdert at registreringen ble mest korrekt når de ikke ble regnet som egne avsnitt. For noen læreverk kan dette ha medført at ordforklaringer ikke ble regnet som egne avsnitt, mens andre fikk disse talt som avsnitt. Det utgjorde ikke en vesentlig forskjell i antall avsnitt. Sammendrag ble ikke inkludert i analysen, fordi det var store variasjoner mellom disse på tvers av læreverk. Her kommer noen eksempler på slike forskjeller: *Eureka* hadde ikke sammendrag, *Trigger* hadde sammendrag etter hvert delkapittel, mens *Tellus*, og *Natur og Univers* sine sammendrag var plassert på slutten av hvert kapittel. Registrering av sammendrag ville også gitt skeiv fordeling på grunn av hvordan de er skrevet. *Naturfag 5* ville for eksempel fått registrert mange avsnitt i sammendraget fordi det inneholdt overskrifter, mens *Senit SF* ville fått kun ett fordi det ikke hadde overskrifter.

### 3.3.3 Illustrasjoner

Et av forskningsspørsmålene var å undersøke bruken av illustrasjoner i forbindelse med begrepet energi. Læreverkene brukte disse svært ulikt, derfor viste det seg vanskelig å sammenligne dem. Illustrasjoner ble i denne sammenhengen forstått som bilder, tegninger, modeller, diagrammer og tabeller. De som inneholdt ordet energi som tekst,

enten i figurteksten eller i selve illustrasjonen ble talt med. Bruken av undertekst til bildene varierte sterkt både på tvers av lærebøkene og internt i en lærebok, noe som resulterte i store forskjeller i antallet illustrasjoner som omhandlet energi. Med unntak av tabeller, ble det store flertallet av illustrasjonene talt med fordi ordet energi forekom i figurteksten. Svært få tegninger og modeller brukte ordet energi i selve illustrasjonen. Dette er et viktig moment når data fra undersøkelsen analyseres.

### 3.3.4 Fagkodene

I utgangspunktet var det ikke ønskelig å ha så mange fagkategorier, men pilotundersøkelsen viste at det ikke var mulig å benytte de rene fagkategoriene *fysikk*, *kjemi*, *biologi* og *geofag* på alle avsnitt. Derfor ble de kombinerte fagkategoriene også lagt til. Fagkodene *kje/geo* og *bio/geo* ble utelatt fordi disse ble forespeilet å ha lav forekomst av ordet energi. Kategorien *naturfag* ble brukt når et avsnitt hadde innhold fra flere enn to vitenskapsfag og når teksten ikke tydelig tilhørte et spesifikt vitenskapsfag, for eksempel avsnitt om miljø, forbrukeransvar og etiske spørsmål. *Naturfag* fungerte derfor i praksis som en samlekategori for innholdsmessig forskjellige avsnitt. Fordelen med en slik kategori var at den gjorde det mulig å gi kode til «vanskelige» avsnitt. Likevel var skillet mellom hva som tilhørte naturfagkategorien og andre kategorier noen ganger vanskelig, fordi integrering av stoff fra ulike vitenskapsfag ofte er et mål i skolefaget naturfag.

Selve kodingen i fagkategorier var stort sett problemfri å gjennomføre, med så mange kategorier var det få problemer med å tilordne et avsnitt en fagkode. At de rene fagkategoriene ikke hadde overlapp gjorde at disse var godt egnet til analyse for å se hva som er typisk for det enkelte vitenskapsfaget. For de kombinerte fagkategoriene, og til dels kategorien *naturfag*, var det motsatt. Disse inneholdt avsnitt med forskjellig innhold og var derfor vanskeligere å si noe generelt om.

### 3.3.5 Læreplankodene

Fordi alle læreverkene har angitt hvilke læreplanmål hvert kapittel dekker helt eller delvis, var tildelingen av læreplankode lite problematisk. Den eneste utfordringen var de kapitlene som omhandlet læreplanmål fra forskjellige hovedområder. Dette ble løst ved å vurdere hvert enkelt avsnitt og gi det en passende læreplankode der det var flere muligheter. Det var svært få tilfeller der dette var nødvendig, der det var nødvendig var det uproblematisk. På grunn av forsinkelser i bestilling var ikke lærerveiledningene for *Trigger 9* og *10* tilgjengelige. Derfor ble de to lærebøkene gitt læreplankoder ut fra en sammenligning med læreplanen. Denne skjønnsmessige vurderingen er en feilkilde, men etter å ha lest og kodet over 20 lærebøker, var det ikke vanskelig å gi slike koder. Derfor har dette trolig lite å si for resultatene av kodingen.

I kodingen ble det bare skilt mellom de ulike hovedområdene i læreplanen, skulle det derimot differensieres i kompetansemål ville oppgaven blitt mye vanskeligere og registreringsskjemaet mye mer omfattende. I denne sammenhengen ville utbyttet av en så detaljert koding vært forholdsvis lite, fordi oppgavens hovedfokus er energi i

lærebøkene, ikke læreplanen. Oversikten over hvilke kompetansemål som dekkes av det enkelte kapittel (appendiks B) var likevel et nyttig redskap i analysen.

De to hovedområdene *forskerspiren*, og *teknologi og design* er litt spesielle fordi disse i svært stor grad var knyttet opp mot elevøvelser og praktisk arbeid. I flere av læreverkene spesifiseres det at hovedområdet *forskerspiren* er gjennomgående, og ikke dekkes av enkeltkapitler. Siden elevøvelser ikke ble inkludert i kodingen, er det et viktig poeng når forekomsten innenfor hovedområder analyseres. Vg1-hovedområdet *bioteknologi* har ikke fokus på praktisk arbeid på samme måte som *teknologi og design*.

### 3.3.6 Begrepskodene

Vurdering av hvilke aspekter ved energibegrepet det fokuseres på i lærebøker er en svært viktig del av denne oppgaven, og var mye grunnen til at interessen for temaet ble vekket. Det er derfor uheldig at tildeling av begrepskoder var den delen av kodingen var mest utfordrende. Begrepskodene ble valgt for å representere de ulike sidene ved energibegrepet beskrevet i del 2.1. Inndelingen i koder ble gjort for å kunne tildele begrepskode til alle mulige forekomster av ordet energi. Kategoriene *energiinnhold*, *ENØK*, *energi alene* og *andre* ble lagt til etter pilotundersøkelsen, nettopp for å kunne kode alle mulige forekomster. Begrepskodene var den delen av registreringsskjemaet som ble endret mest etter pilotundersøkelsen. Noen koder ble lagt til, noen ble slått sammen, andre fikk lagt til eller fjernet indikatorer.

De fleste kategoriene hadde i noen få spesifikke ord og uttryksmåter som medførte at avsnittet eller illustrasjonen ble tildelt en begrepskode (se tabell 3.3.1). I de tilfellene var kodingen stort sett problemfri. Begrepskodene *energioverføring*, *energiinnhold* og *ENØK*, hadde også spesifikke indikatorer, men i mange tilfeller var det nødvendig med skjønnsmessige vurderinger. Ordet «energikrevende» ble for eksempel tildelt koden *ENØK* når det er snakk om oppvarming av hus, mens det ville vært meningsløst å gi samme begrepskode når «energikrevende» brukes i en forklaring om fotosyntese. Kodene *energiinnhold* og *energioverføring* ble stort sett utløst av de angitte indikatorene, men for begge disse kategoriene var det mange ganger nødvendig å vurdere hele setninger for å avgjøre hvordan de skulle kodes.

Kategoriene «energi alene» og «andre» ble brukt som oppsamlingskategorier hvor det ikke var mulig å tildele egne koder. Utfordringen med disse var først og fremst å vurdere om ordet energi tilhørte en annen kategori, fordi det ble brukt en litt uvanlig ordlyd. Analyse av kategoriene var også vanskelig fordi de ulike avsnittene ikke nødvendigvis hadde mye til felles. En ting de hadde til felles var at begrepet energi ikke ble knyttet til en bestemt form for energi, men ble brukt abstrakt, som i eksempelet under.

*«For hver gang vi utnytter energien, blir den vanskeligere å utnytte neste gang.»*  
(Tellus 10, s.88)



### 3.3.7 Reliabilitet, indre og ytre validitet og objektivitet

**Reliabiliteten** ble ikke testet statistisk. Det utgjør opplagt en svakhet. Metoden er imidlertid grundig beskrevet slik at leser skal kjenne til hvordan undersøkelsen ble utført. Utvalget av lærebøker omfattet de «vanlige» læreverkene som brukes i norsk skole. Disse kan hvem som helst få tak i, og resultatene kan sjekkes opp mot disse. Alle rådataene fra undersøkelsen er tilgjengelige i appendiks C, slik at leser skal kunne se disse.

**Indre validitet** er det kriteriet det har blitt brukt mest plass på i evalueringen av metoden. Det ble benyttet mange begreper og kategorier i oppgaven som er operasjonelt definerte. Dette var helt nødvendig for at undersøkelsen skulle være mulig å gjennomføre. Samtidig utgjorde det den største feilkilden i oppgaven, fordi det ikke er mulig å gjøre dette perfekt. Den indre validiteten ble forsøkt gjort så god som mulig ved å gi eksakte kriterier for hver enkelt kategori. Kriteriene gjorde avgrensningene mellom kategoriene mer tydelige. Fagpersoner innenfor kjemi og fysikk ved Universitetet i Oslo ble konferert i forhold til inndelinger i noen av kategoriene.

**Ekstern validitet** ble ivaretatt ved at det ble analysert alle de læreverkene for naturfag som normalt er i bruk i offentlig skole. Resultatene er derfor representative for norske lærebøker i naturfag. Hvorvidt funnene kan overføres til andre områder har ikke blitt undersøkt. Det er likevel sannsynlig at funnene fra lærebøkene på Vg1 vil ha en viss overføringsverdi til lærebøker i programfagene *Fysikk1 & 2*, *Kjemi1 & 2* og *Biologi1 & 2*. På grunn av den utstrakte bruken av lærebøker i undervisning er det også naturlig å tro at funnene representerer deler av undervisningen i naturfag i norsk skole.

**Objektivitet** er alltid en utfordring i kvalitative metoder. Beskrivelsen av metoden er grundig og inneholder redegjørelser for avgjørelser, vurderinger, avgrensinger og andre utfordringer. I resultatdelen vil det redegjøres for noen avvik og nyanseringer. Dette er med på å forbedre objektiviteten. Fordi det ikke har blitt utført lignende undersøkelser med fokus på energibegrepet før, er det vanskelig å finne forskning som støtter opp under resultatene fra analysen. Artikler som har blitt skrevet om lærebøkers måte å fremstille energi på, støtter likevel opp under noen av funnene i undersøkelsen (Storey, 1992; Ross, 1993; Gauld, 1997). En sammenligning med noen av resultatene fra undersøkelsen til Østby (2010) viste samsvar innenfor fagkategorien *fysikk*. Resultatene kan ikke sammenlignes direkte, fordi undersøkelsene hadde svært forskjellig fokus.

Fordi oppgaven har et særlig fokus på kjemisk energi, ble spesielt avsnitt som omhandlet det begrepet lagt merke til. Dersom det var andre aspekter ved energi som hadde spesielt fokus, ville det sannsynligvis blitt lagt merke til andre avsnitt. Det går derfor an å si at *en finner det en leter etter*. Fordelen med kvalitativ metode er at den gir rom for akkurat det. Det var nødvendig for diskusjonen i oppgaven at avsnitt som var spesielt relevante for kjemisk energi ble notert til senere bruk. Selve kartleggingen som ble utført i undersøkelsen ble likevel ikke preget av at kjemisk energi var spesielt i fokus, fordi kriteriene for registreringer gjaldt for alle forekomster av energi.

## 4 Resultater

I dette kapittelet blir det redegjort for resultatene av undersøkelsen som ble utført. Kapittelet deles i tre delkapitler, hvor resultatene for 5.-7. årstrinn, 8.-10. årstrinn og Vg1 blir presentert. I hvert delkapittel presenteres først funnene for den tekstlige fremstillingen i lærebøkene, deretter blir det redegjort for bruken av illustrasjoner. Til slutt i kapittelet oppsummeres resultatene.

Når resultatene presenteres fokuseres det på de kategoriene som hadde betydelige forekomster. De representer majoriteten av avsnitt og illustrasjoner som bruker energibegrepet læreverkene. Kategorier som hadde små tall ble regnet som lite betydelige. Derfor er disse utelatt fra tekstlig beskrivelse, med mindre det var spesielle grunner til likevel å inkludere dem. Alle dataene fra undersøkelsen er imidlertid tilgjengelige i appendiks C. Resultatene presenteres både i form av tabeller, diagrammer og tekst. Tabellene viser alle registreringer av ordet energi i lærebøkene. Diagrammene viser fordelingen innenfor de ulike kategoriene. Prosentandelene ble regnet ut ved å dele antall avsnitt (eller illustrasjoner) innenfor kategorien på det totale antallet. Her er samtlige kategorier tatt med, og gjenspeiler derfor rådataene. Ingen kategorier ble slått sammen eller fordelt på andre kategorier, selv om dette er vanlig praksis for å gjøre diagrammer lettere å lese. Begrunnelsen for dette valget var at diagrammene ville være misvisende dersom kategorier ble delt opp eller slått sammen. Når forekomstene beskrives i tekstene, presenteres hvor stor *prosentandel* som var innenfor den kategorien. Disse er omtrentlige tall, avrundet til nærmeste 5 %. De tas med for å si noe om størrelsesforholdene til kategoriene, og gjenspeiler fremstillingen i diagrammene. I fagkategoriene blir det også ofte angitt *begrepskoder per avsnitt*. Det tallet er beregnet ved å dele summen av alle begrepskodene innenfor fagkategorien, på antallet avsnitt innenfor kategorien. Tallet sier noe om energi nevnes mange ganger per avsnitt eller ikke.

I noen tilfeller vil det bli poengtert noen likheter, forskjeller eller spesielle ting ved resultatene. Eksempelvis kan det være nødvendig å presisere store variasjoner mellom læreverkene. For noen av kategoriene, spesielt begrepskategoriene, var det nødvendig å nyansere resultatene fordi flere ord eller uttrykksmåter ble kodet til samme kategori. (se liste over indikatorer i tabell 3.2.1)

Ordene *læreverk*, *lærebøkene* og *lærebok* vil bli brukt litt om hverandre. Fordi undersøkelsen ble gjort ved å lese kun lærebøkene, er det bare dem resultatene sier noe om. De sier derfor ikke noe om innholdet i arbeidsbøker, lærerveiledninger eller på nettsider. Når det er snakk om en bestemt lærebok, vil navnet på boka med nummerering bli brukt, for eksempel *Tellus 10*. Deretter blir den omtalt som *læreboka*. Ved en helhetlig beskrivelse av de tre lærebøkene som hører sammen, skrives navnet på læreverket, for eksempel *Trigger*. Dette blir så henvist til som *læreverket*. Dersom det ikke spesifiseres at det er snakk om noen bestemte bøker eller læreverk, brukes *lærebøkene* når det er snakk om en generell beskrivelse som gjelder alle bøkene på de gjeldende årstrinnene.

I undersøkelsen ble kategoriene gitt navn som det skal være lett for leser å relatere seg til, fordi de betegner velkjente begreper. Meningsinnholdet var ment til å gjenspeile en allmenn forståelse av begrepene. Likevel måtte disse defineres operasjonelt og avgrenses for å gi undersøkelsen god relabilitet. Det er derfor viktig at leser er oppmerksom på at disse begrepene er definert på en bestemt måte i oppgaven. Eksempel på en slik operasjonell definisjon er *avsnitt*, som var det som ble talt i oppgaven. Alle definisjonene og avgrensingene er grundig beskrevet i kapittel 3.

Det brukes en del eksempler fra lærebøkene for å fremheve «typiske» forekomster. Disse ble valgt fordi lignende eller like måter å fremstille energibegrepet på, også forekom i de andre lærebøkene. De er ikke ment til å fremheve eller henge ut et bestemt læreverk, men for å illustrere et poeng. For å gjøre det mer oversiktlig brukes navnet på lærebøkene når det siteres fra dem, ikke navnet på forfatterne.

Følgende lærebøker ble analysert:

- |                    |   |
|--------------------|---|
| 5.-7.<br>årstrinn  | <i>Gaia 5</i> (Spilde, 2006)<br><i>Gaia 6</i> (Spilde & Christensen, 2007)<br><i>Gaia 7</i> (Spilde, Christensen & Bungum, 2008)<br><br><i>Yggdrasil 5</i> (Gran & Nordbakke, 2011a) 2. utgave<br><i>Yggdrasil 6</i> (Gran & Nordbakke, 2011b) 2. utgave<br><i>Yggdrasil 7</i> (Gran & Nordbakke, 2011c) 2. utgave<br><br><i>Globus 5</i> (Johansen & Steiniger, 2006)<br><i>Globus 6</i> (Johansen & Steiniger, 2007)<br><i>Globus 7</i> (Johansen & Steiniger, 2008)  |
| 8.-10.<br>årstrinn | <i>Eureka! 8</i> (Frøyland, Hannisdal, Haugan & Nyberg, 2006)<br><i>Eureka! 9</i> (Hannisdal, Haugan & Munkvik, 2007)<br><i>Eureka! 10</i> (Hannisdal, Hannisdal, Haugan & Synnes, 2008)<br><br><i>Tellus 8</i> (Ekeland, Johansen, Strand & Rygh, 2006) 2. utgave<br><i>Tellus 9</i> (Ekeland, Johansen, Strand, Rygh & Jenssen, 2007) 2. utgave<br><i>Tellus 10</i> (Ekeland, Johansen, Strand, Rygh & Hesenget, 2008) 2. utgave<br><br><i>Natur og Univers 1</i> (Fiskum & Steiniger, 2006)<br><i>Natur og Univers 2</i> (Fiskum & Steiniger, 2007)<br><i>Natur og Univers 3</i> (Fiskum, Steiniger & Åsbø, 2009)<br><br><i>Trigger 8</i> (Finstad, Kolderup & Jørgensen, 2006)<br><i>Trigger 9</i> (Finstad & Kolderup, 2007)<br><i>Trigger 10</i> (Finstad & Kolderup, 2008) |
| Vg1                | <i>Kosmos SF</i> (Heskestad, Lerstad & Liebich, 2009) 4. utgave<br><br><i>Senit SF</i> (van Marion, Hov, Thyrrhaug & Trongmo, 2009) 2. utgave<br><br><i>Nexus</i> (Ekeland, Johansen & Strand, 2012) 2. utgave<br><br><i>Naturfag 5</i> (Brandt, Hushovd & Tellefsen, 2011) 2. utgave   |

## 4.1 5.-7. årstrinn

Læreverkene på 5-7. årstrinn var *Gaia*, *Yggdrasil* og *Globus*. Alle tre hadde tilhørende lærerveiledninger, oppgavebøker og nettsted, men ingen av disse ble analysert i oppgaven, kun lærebøkene. Som beskrevet i del 3.2, ble undersøkelsen gjort ved å telle avsnitt og illustrasjoner hvor ordet energi forekom, og kategorisere disse.

Av de tre læreverkene skilte, *Globus* seg ut ved at avsnittene i lærebøkene var lengre enn i *Gaia* og *Yggdrasil*. Det totale antallet avsnitt i disse to læreverkene var høyere enn for *Globus*. Tabell 4.1.1 gir en oversikt over den totale forekomsten i lærebøkene, og forsterker inntrykket at *Gaia* og *Yggdrasil* lignet på hverandre utseendemessig. Den høye prosentandelen i *Globus* kan til en viss grad forklares med at det læreverket hadde lange avsnitt (se del 3.3.2). Begrepet energi forekom i et ganske lite antall avsnitt i læreverkene på mellomtrinnet. *Gaia* hadde 48, *Yggdrasil* 44 og *Globus* 35 avsnitt som inneholdt ordet energi. Fordi det var få avsnitt i hver lærebok var det mulig å analysere forekomstene i hver kategori på 5.-7. årstrinn. Derfor gis det mer nyanserte beskrivelser her enn på 8.-10. årstrinn og Vg1. Tallene var så lave at en må være oppmerksom ved analyse av forekomstene fordi et enkelt avsnitt kan utgjøre en ganske stor forskjell, spesielt når det regnes i prosent.

**Tabell 4.1.1: Avsnitt som omhandlet energi i læreverkene på 5.-7. årstrinn.**

Læreverk	Avsnitt med energi	Totalt antall avsnitt	% andel med energi
Gaia	48	841	6 %
Yggdrasil	45	769	6 %
Globus	35	277	13 %

Forekomsten var ikke jevnt fordelt i lærebøkene, men var konsentrert til én eller to av lærebøkene i hver lærebokserie. *Globus* og *Yggdrasil* behandlet energibegrepet hovedsakelig på 6. og 7. årstrinn, mens det i *Gaia* først og fremst var på 6. årstrinn. Videre var forekomsten av energi ytterligere konsentrert til enkelte kapitler som behandlet begrepet mer grundig.

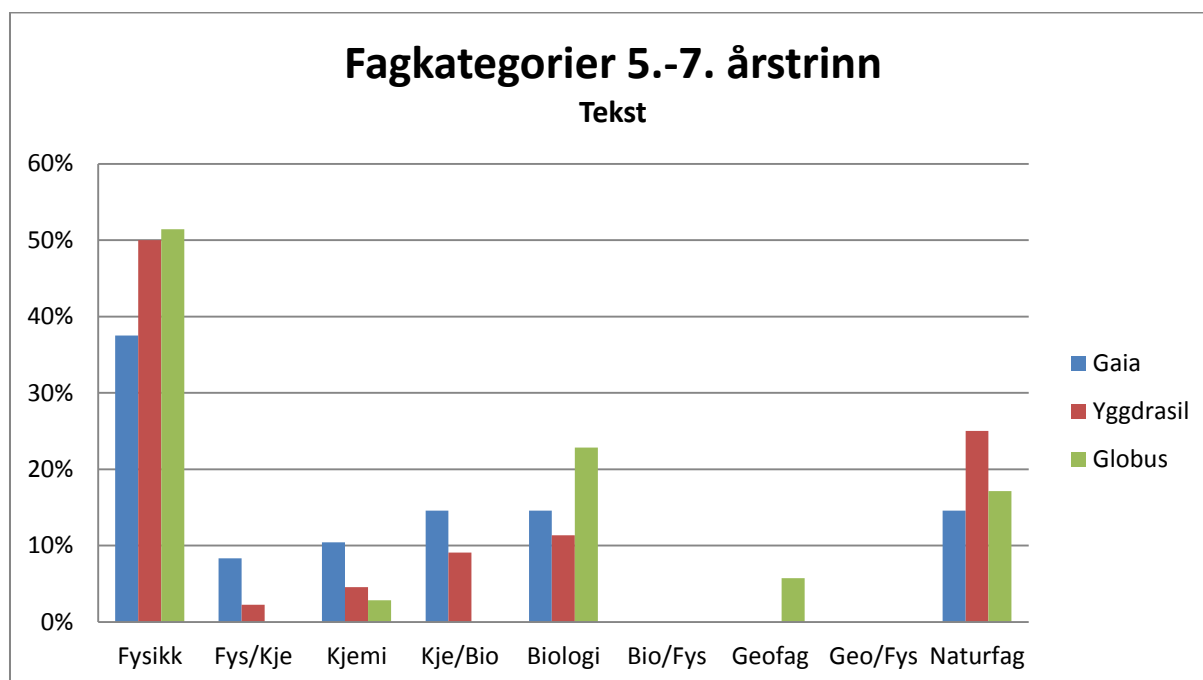
### 4.1.1 Fordelingen i fagkategorier

Avsnittene ble kategorisert etter hvilke vitenskapsfag stoffet tilhørte (kriterier i del 3.2) Forekomsten innenfor hver fagkategori varierte mellom læreverkene, men det var likevel noen tydelige trender (figur 4.1.1). *Fysikk* dominerer bruken av ordet energi, mens *naturfag* og *biologi* utgjør de andre store bidragene. *Kjemi* hadde bare en liten andel, men beskrives likevel under.

**Fysikk** var den fagkategorien som hadde høyest forekomst av energi, med ca. 45 %. Avsnittene var knyttet til hovedområdene *fenomener og stoffer* og *teknologi og design*. Karakteristisk for fagkategorien var at avsnittene inneholdt nesten hele spekteret av begrepskoder, og dekket dermed de fleste sidene av energibegrepet. Det var tydelig at bevegelse, elektrisitet og energioverganger var de sammenhengene hvor energi forekom oftest innenfor denne fagkategorien. Resultatene viste at begrepskodene *kinetisk energi*, *elektrisk energi*, *energioverføring* og *energi alene* ble brukt ofte. Antallet begrepskoder

per avsnitt var ca. 2,8, som indikerer at ordet energi ofte ble brukt flere ganger per avsnitt.

*Vannet får bevegelsesenergi. Stikkontakten kan gi elektrisk energi. Den elektriske energien setter fart på motoren i vaskemaskinen. Vasketrommelen får bevegelsesenergi. (...)Kokeplaten gir fra seg varmeenergi.* (Gaia 6, s.27)



**Figur 4.1.1: Avsnittenes fordeling i fagkategorier for læreverkene på 5.-7.årstrinn.**

**Kjemi** som fagkategori hadde om lag 5 % av avsnittene hvor energi ble nevnt i lærebøkene på 5.-7.årstrinn. Alle avsnittene tilhørte hovedområdet *fenomener og stoffer*. Kjemi var helt klart den av de fire rene fagkategoriene som fokuserte minst på energi. Riktignok hadde de kombinerte fagkategoriene *fys/kje* og *kje/bio* noen avsnitt som omhandlet energi, men der var ofte kjemidelen «minst viktig». Innenfor fagkategorien kjemi, var det forskjellige begrepskoder som ble benyttet i avsnittene, men det var ingen som dominerte tydelig. Ingen av avsnittene innenfor kategorien kjemi omtalte *kjemisk energi*. Begrepskoder per avsnitt innenfor fagkategorien var ca. 1,8.

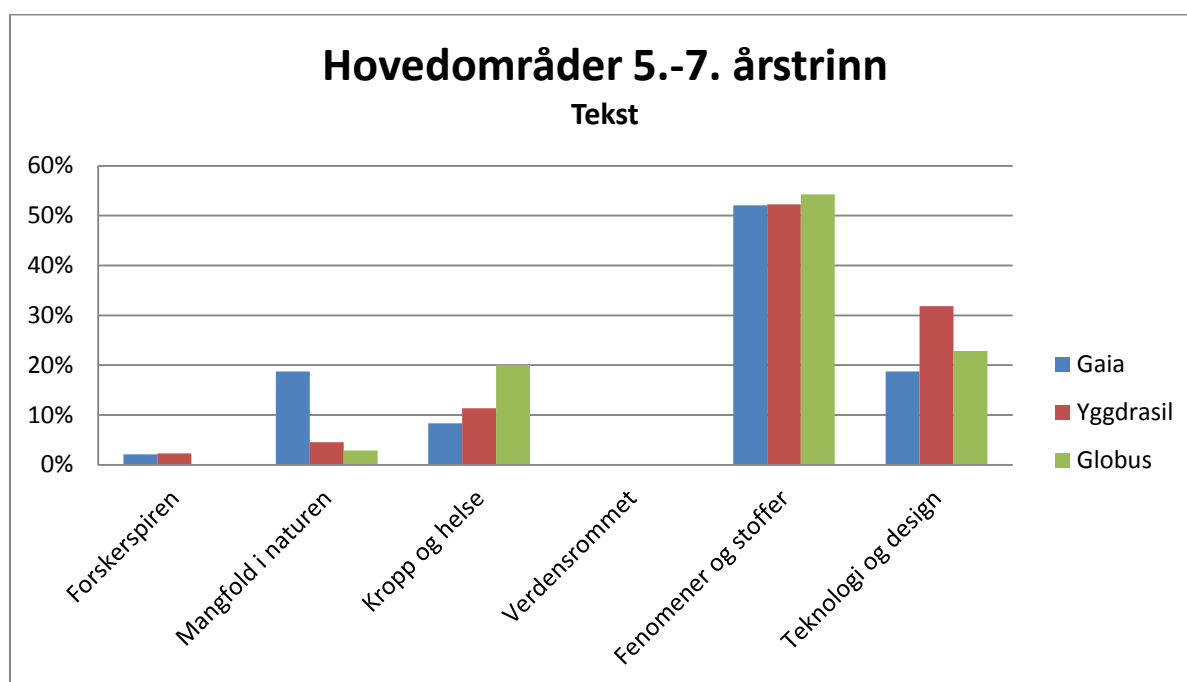
**Biologi**-kategorien utgjorde ca. 15 % av energiavsnittene på mellomtrinnet. Forekomsten var knyttet til hovedområdene *mangfold i naturen og kropp og helse*. Lærstoff om fotosyntese og energi i mat utgjorde majoriteten av avsnittene. Innenfor fagkategorien biologi, var det bare noen få av begrepskodene som ble benyttet. Den som ble brukt oftest var *energi alene*. Inntrykket av avsnittene var at ordet energi i mange tilfeller bare ble brukt en gang i avsnittene. Dette underbygges av tallet på begrepskoder per avsnitt, som var ca. 1,3.

**Naturfag** var den siste fagkategorien som hadde et betydelig bidrag. Rundt 20 % av avsnittene hvor energi ble nevnt, ble kodet under denne kategorien. Avsnittene var først og fremst knyttet til hovedområdet *fenomener og stoffer*. Mye av stoffet innenfor naturfag

handlet om mennesket som forbruker av energi. Et typisk trekk for kategorien var at mange begrepskoder ble benyttet i avsnittene. Begrepskoder per avsnitt var 2,1.

#### 4.1.2 Fordelingen på hovedområder

På bakgrunn av hvilke læreplanmål lærerveiledningene knyttet til de ulike kapitlene ble avsnittene kodet i læreplankoder som representerte hovedområdene i LK06. Det var noen forskjeller mellom læreverkene i deres fordeling, som figur 4.1.2 viser. Trenden var likevel tydelig. *Fenomener og stoffer* var det hovedområdet hvor energi forekom oftest, med over 50 % av forekomsten i alle læreverkene. Etter det kom *teknologi og design*, *kropp og helse* og *mangfold i naturen* med noe varierende bidrag. *Forskerspiren* og *verdensrommet* gis ikke egne beskrivelser her, siden forekomsten var så lav innenfor de kategoriene.



Figur 4.1.2: Avsnittenes fordeling i hovedområder for læreverkene på 5.-7.årstrinn.

**Mangfold i naturen** har ingen kompetansemål som eksplisitt nevner energi i LK06. Det var bare noen få avsnitt hvor energi ble nevnt, som ble kodet under dette hovedområdet. *Gaia* skilte seg ut ved at det hadde en god del høyere forekomst enn de andre læreverkene. Forekomsten var ganske jevnt fordelt mellom fagkategoriene *biologi* og *kje/bio*.

**Kropp og Helse** var knyttet til ca. 15 % av avsnittene hvor ordet energi ble nevnt. Heller ikke dette hovedområdet har noen kompetansemål hvor ordet energi nevnes. Energi i mat, og hvordan kroppen bruker energien var viktige temaer i alle lærebøkene og utgjorde mesteparten av i forekomsten innenfor dette hovedområdet. Også her var forekomsten fordelt på *biologi* og *kje/bio*.

**Fenomener og stoffer** var det hovedområdet som hadde den største andelen av avsnitt som inneholdt energi. 50 % av alle energi-avsnittene ble tildelt denne læreplankoden.

Hovedområdet inneholdt stoff tilknyttet et stort spekter av fagkategorier, *fysikk, fys/kje, kjemi, kje/bio, geofag og naturfag* var alle representert. Derfor var avsnittene innenfor fenomener og stoffer veldig varierte. I LK06 er det et kompetansemål hvor energi nevnes eksplisitt.

(7.E.4): *gjøre greie for bruk av noen energikilder før og nå og beskrive konsekvenser for miljøet lokalt og globalt* (Kunnskapsdepartementet, 2010, s.8).

**Teknologi og design** har to kompetansemål i LK06 som eksplisitt nevner energi (7.F.2 og 7.F.3). Likevel ble kun 25 % av avsnittene som nevnte energi, koder under dette hovedområdet. Halvparten så stor andel som fenomener og stoffer hadde. Noe av forklaringen på det kan være at det er en tematisk overlapp mellom kompetansemål 7.E.4 (se forrige avsnitt) og 7.F.3. Det er også en overlapp mellom 7.E.3 (handler om elektrisitet) og 7.F.2. Forekomsten innenfor teknologi og design var nesten utlukkende knyttet til stoff som tilhørte fagkategorien *fysikk*. Stort sett var det avsnitt om elektrisitet og bevegelse hvor energi var i fokus innenfor dette hovedområdet.

(7.F.2): *planlegge, bygge og teste enkle produkter som gjør bruk av elektrisk energi, forklare virkemåten og beskrive prosessen fra idé til ferdig framstilt produkt.*

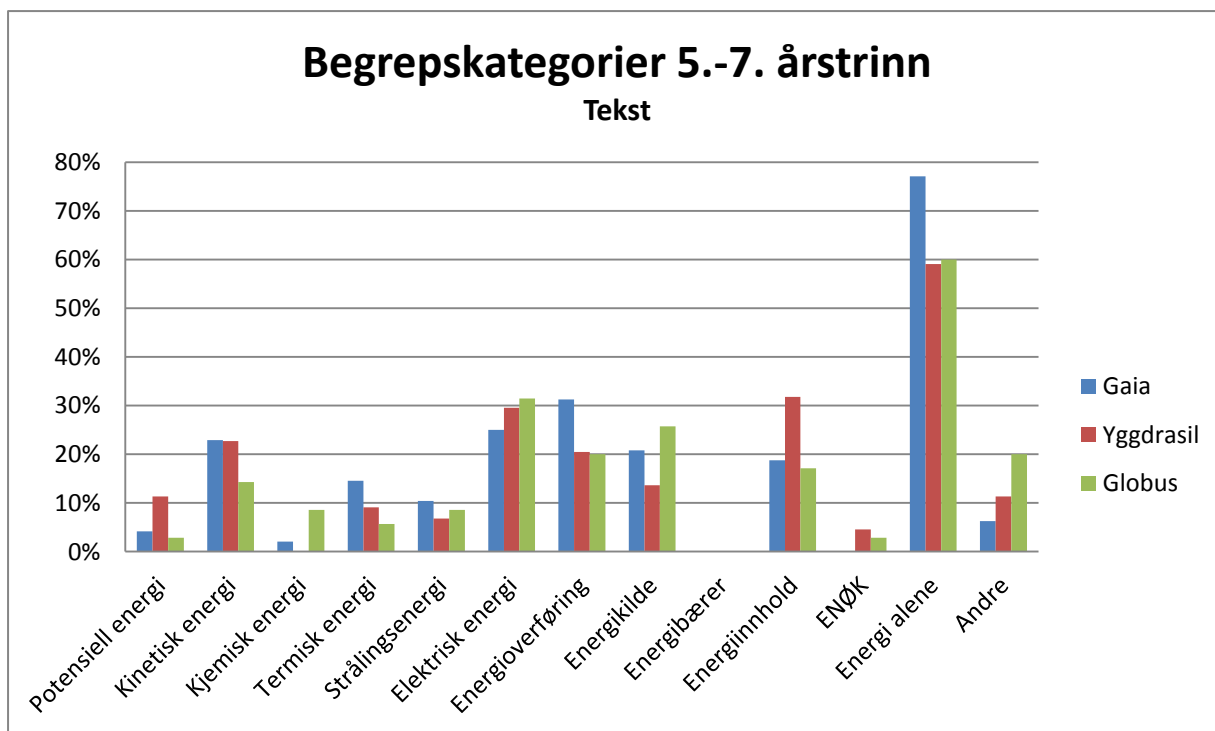
(7.F.3): *gjøre greie for hvordan man gjennom tidene har brukt overføring av bevegelse til å utnytte energi i vind og vann* (Kunnskapsdepartementet, 2010, s.8).

#### 4.1.3 Fordelingen i begrepskategorier

Begrepskategoriene ble brukt til å gruppere avsnitt etter hvilke aspekter ved energibegrepet de omhandlet. Begrepskoder ble ikke tildelt basert på vurdering av hele avsnittet, men av enkeltord eller uttrykksmåter. Forekomstene varierte noe, men det var likevel klare trender i hvilke begrepskategorier som var størst. Figur 4.1.3 viser at *kinetisk energi* og *elektrisk energi* var de formene for energi det ble fokusert mest på i lærebøkene på 5.-7. årstrinn. Begrepskategoriene *energioverføring*, *energikilder*, *energiinnhold* og *energi alene* hadde også betydelige forekomster. *Kjemisk energi*, *energibærer* og *ENØK* hadde så lave forekomster at de ikke presenteres under. Fordi flere begrepskoder kunne bli tildelt samme avsnitt, oversteg summen av bidragene fra begrepskategoriene 100 %.

**Potensiell energi** ble omtalt i noen få avsnitt i hvert læreverk, men hadde tydelig ikke mye fokus på 5.-7. årstrinn. I en stor andel av avsnittene som ble tildelt denne koden, var det ordet «vannenergi» som var grunnen til at det ble kategorisert under potensiell energi.

**Kinetisk energi** var den formen for energi som hadde nest høyest andel. 20 % av avsnittene ble registrert i denne begrepskategorien. Forekomsten var nesten utelukkende knyttet til *fysikk*. Avsnittene handlet i hovedsak om hva energi er, og hvordan bevegelse kan utnyttes.



**Figur 4.1.3: Avsnittenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenne på 5.-7.årstrinn.**

**Termisk energi** ble brukt som kode i ca. 10 % av avsnittene som brukte ordet energi. Forekomsten var fordelt på flere forskjellig fagkategorier. Inntrykket av lærebøkene var at de fokuserte en del på denne formen for energi, selv om forekomsten var relativt lav. En del av korklaringen på det kan være at ordet «varme» ofte ble brukt når det egentlig var snakk om «varmeenergi». Her er et eksempel fra *Gaia*, men de andre læreverkenne inneholdt også liknende bruk av ordet «varme».

*Temperaturen smitter*

*Når du legger et varmt stoff inntil et kaldt stoff, begynner varmen å lekke over fra det varme til det kalde stoffet. De ristende partiklene i det varme stoffet får de kalde partiklene til å dirre mer! Til slutt er varmen jevnt fordelt mellom stoffene.*  
(Gaia 7, s.55).

**Strålingsenergi** hadde en relativt lav forekomst, i underkant av 10 %. Oftest var det ved bruk av ordet «solenergi». Denne formen for energi fordelte seg på alle fagkategoriene, og forekom innenfor en rekke temaer: lys, fotosyntese, energikilder og former for energi.

**Elektrisk energi** var klart viktigste formen for energi i lærebøkene på 5.-7.årstrinn. «Elektrisk energi» ble nevnt i om lag 30 % av avsnittene som omhandlet energi. De fleste avsnittene var innenfor fagkategorien *fysikk*, men også *naturfag* hadde noen avsnitt som handlet om elektrisk energi. Naturlig nok var elektrisitet og produksjon av elektrisk energi de viktigste temaene innenfor denne kategorien, men mennesket som forbruker var også representert.

**Energioverføring** ble vektlagt av alle læreverkenne. I 25 % av avsnittene som omhandlet energi, ble det på en eller annen måte uttrykt at energien overføres.



Forekomsten fordelte seg over alle fagkategoriene, så dette aspektet ved energibegrepet ble det fokusert på i alle deler av bøkene. Kategorien *naturfag* var representert i lite når det var snakk om overføring. Det må påpekes at det andre ord enn «energioverføring» også ble brukt som indikator. I eksempelet under var det «energien frigjøres» som var grunnen til at det ble registrert med koden energioverføring.

*Energien som frigjøres når næringsstoffene forbrennes i cellen, måler vi i kilojoule.* (Yggdrasil 7, s.48).

**Energikilde** forekom i ca. 20 % av avsnittene. Forekomsten var i stor grad i forbindelse med kategorien *naturfag*, men også noen ganger innen *fysikk*, *kjemi* og *biologi*.

Energikilder ble nevnt ofte i tilknytning til mennesket som forbruker av energi, og hvor vi får energien vår fra. Kompetansemål 7.E.4 (se beskrivelse av *fenomener og stoffer*) nevner energikilder eksplisitt, og forekomsten hadde en tydelig sammenheng med det kompetansemålet.

**Energiinnhold** som begrepskategori ble brukt i ca. 25 % av avsnittene hvor ordet energi ble nevnt. Fagkategorien *fysikk* hadde den største andelen av disse avsnittene, men også innenfor andre fagkategoriene ble energi noen ganger omtalt på en slik måte at det ble tildelt begrepskoden energiinnhold. Flesteparten av tilfellene hvor denne fagkoden ble brukt var ved utsagnet «energien i \_\_\_\_». Under gis det eksempler fra *Yggdrasil 7*, på forskjellige uttryksmåter som ble kodet under energiinnhold.

*Karbohydrater (...) inneholder mye energi* (s.46), *Energien i batteriet* (s.87), *Energien i vann* (s.106), *Energien i kullet* (s.117).

**Energi alene og andre**, var begge samlekategorier som kodet for en rekke ulike måter å bruke ordet energi på. Felles for dem var at avsnittene ofte brukte energi som et abstrakt begrep. Et eksempel på en slik bruk er:

*Reven har ikke råd til å sløse bort energi på unødig løping.* (Yggdrasil 7, s.38).

Kategorien *andre* inneholdt alle mulige ordkombinasjoner som inneholdt energi, men som ikke passet i noen av de andre kategoriene. De viktigste eksemplene på slike ord var «energiform» (Globus 6, s.137) og «energiverk» (Globus 7, s.120).

#### 4.1.4 Energi i illustrasjoner

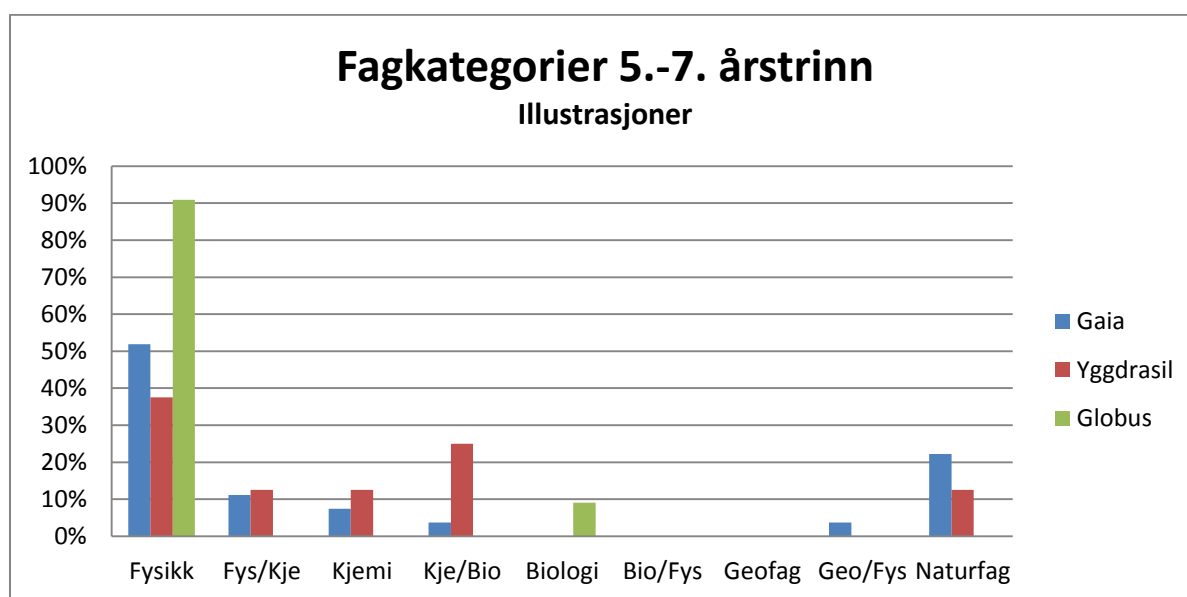
Forekomsten av energi tilknyttet illustrasjoner var svært ulik i de tre læreverkene, som tabell 4.1.2 viser. Fordi antallet illustrasjoner i *Globus* og *Yggdrasil* var så lavt, utgjorde én enkelt illustrasjon svært stor andel av forekomsten. Det medførte at fordelingen i de forskjellige læreverkene var til dels svært forskjellig. Ved analyse av resultatene var dette et viktig moment å ta med i vurderingen. Spesielt fordelingen til *Globus* er litt spesiell (se figurer 4.1.4, 4.1.5, 4.1.6). Forklaringen på at den er slik, er at seks av illustrasjonene som nevnte energi, var på samme side (Globus 6, s.138), og bruken av ordet energi var nesten identisk i hver figurtekst.

**Tabell 4.1.2: Forekomst av energibegrepet i illustrasjoner på 5.-7.årstrinn.**

Læreverk	Illustrasjoner med energi
Gaia	27
Yggdrasil	8
Globus	11

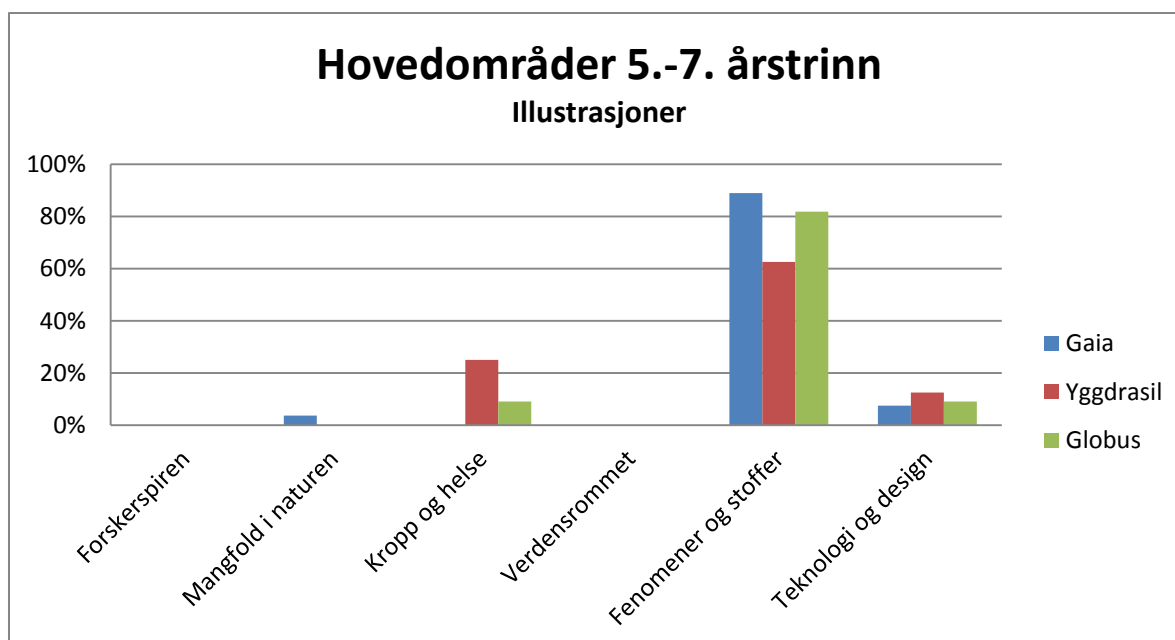
En ting som er tydelig, er at illustrasjonene i liten grad knyttes direkte til energibegrepet i lærebøkene på 5.-7. årstrinn. Dette kan, som nevnt i del 3.3.3, skyldes måten lærebøkene bruker eller ikke bruker figurtekst til illustrasjonene. Fordi Gaia var det læreverket som hadde klart høyest forekomst, baseres det som skrives om illustrasjoner i stor grad på det læreverket. Ved noen få tilfeller i hvert læreverk ble ordet energi brukt som en del av illustrasjonene. Energi forekom ellers bare i figurteksten. Fordelingen på fagkategorier, hovedområder og begrepskategorier viste stort sett de samme trendene som forekomsten i tekstene viste.

Figur 4.1.4 viser i stor grad liknende trender som tilsvarende diagram for avsnittene (se figur 4.1.1). *Fysikk* var den fagkategorien hvor energi ble brukt oftest i illustrasjoner. *Biologi* hadde en liten andel av illustrasjonene med energi sammenlignet med andelen av avsnittene (15 %).



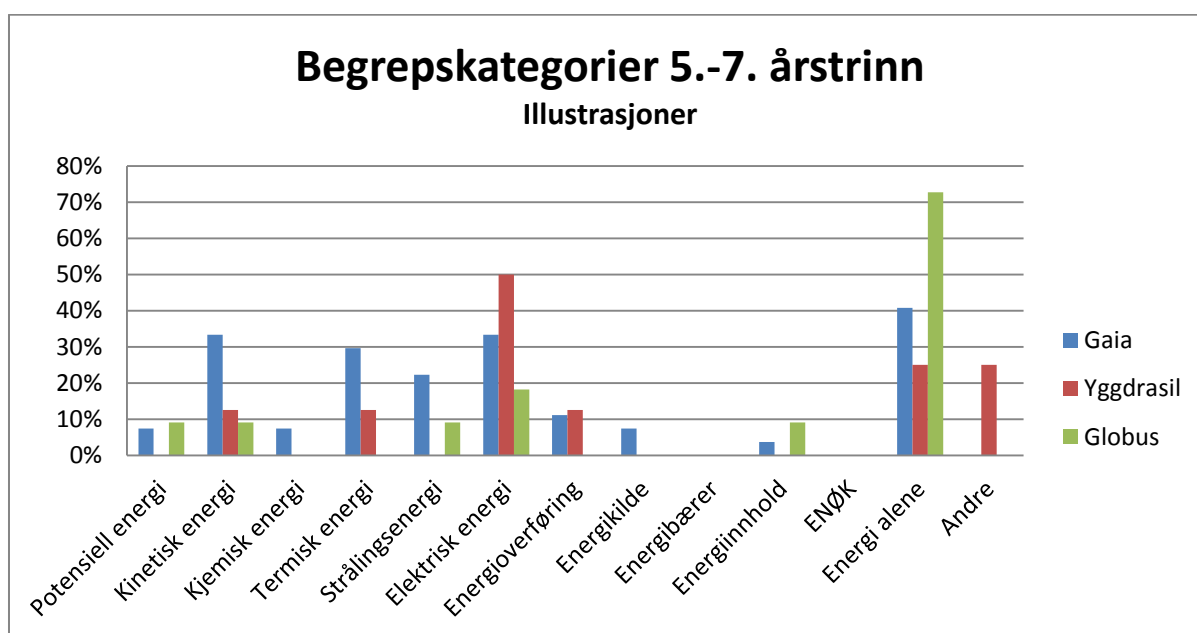
**Figur 4.1.4: Illustrasjonenes fordeling i fagkategorier for læreverkene på 5.-7.årstrinn.**

Figur 4.1.5 viser hvordan illustrasjonene fordelte seg i hovedområder. Trendene er de samme som avsnittenes fordeling på figur 4.1.2. Hovedområdet *fenomener og stoffer* hadde en enda større andel av illustrasjonene, sammenlignet med avsnittene.



**Figur 4.1.5: Illustrasjonenes fordeling i hovedområder for læreverkenes på 5.-7.årstrinn.**

I figurtekstene ble det i hovedsak brukt uttrykksmåter som samsvarte med innholdet i avsnittene som var lokalisert i nærheten. Hvilke begrepskategorier som hadde høy forekomst viser nettopp det. Fordelingen i figur 4.1.6 viser mange likheter med tilsvarende fordeling for avsnittene (se figur 4.1.3). De tydeligste forskjellene mellom illustrasjoner og avsnitt var at *energioverføring*, *energikilde* og *energiinnhold* var mindre representert i illustrasjonene. Generelt ble det brukt ordet energi færre ganger i hver figurtekst (1,6 begrepskoder per illustrasjon), enn det ble gjort i hvert avsnitt (2,2 begrepskoder per avsnitt). Derfor var summen av prosentandelene lavere i figur 4.1.6, enn i figur 4.1.3.



**Figur 4.1.6: Illustrasjonenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenes på 5.-7.årstrinn.**

## 4.2 8.-10. årstrinn

Læreverkene på ungdomstrinnet var *Eureka!*, *Tellus*, *Natur* og *Univers*, og *Trigger*. Samtlige hadde lærerveiledninger og nettsider tilknyttet læreverkene, men det var kun selve lærebøkene som ble analysert i oppgaven. Undersøkelsen ble som forklart i del 3.2 utført ved å telle avsnitt og illustrasjoner hvor ordet energi forekom, og kategorisere disse.

Lengden på avsnittene varierte noe fra læreverk til læreverk. *Eureka!* og *Trigger* hadde generelt de korteste avsnittene, *Tellus* hadde noe lengre, mens *Natur* og *Univers* hadde de lengste avsnittene. Tabell 4.2.1 viser at det var ganske store forskjeller i det totale antallet avsnitt. Det hadde sammenheng med lengden på avsnittene, og med utseendet på sidene (bruk av store illustrasjoner og i hvor stor grad teksten fylte hele sidene). Tabellen viser også at prosentandelen av avsnittene som brukte ordet energi var svært lik i de forskjellige læreverkene. De små variasjonene som er, kan delvis forklares med varierende avsnittslengde.

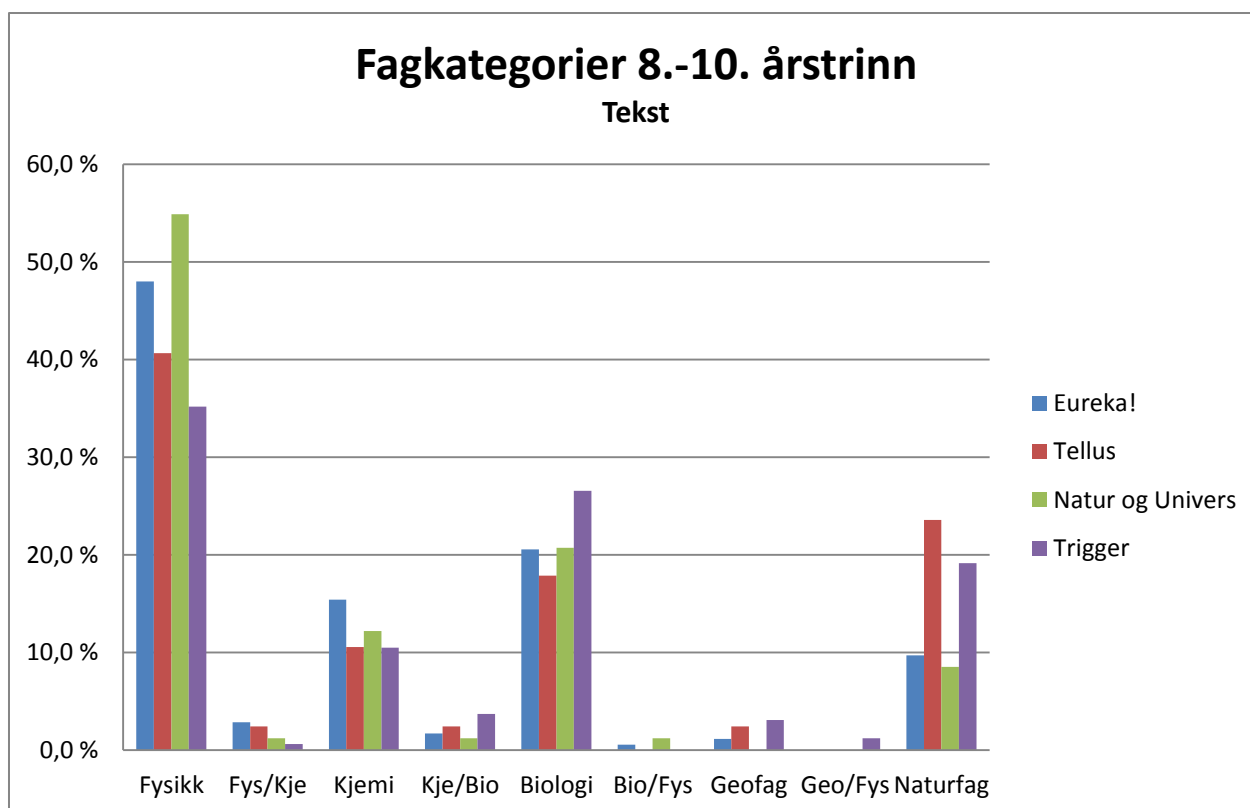
**Tabell 4.2.1: Forekomst av ordet energi i læreverkene på 8.-10. årstrinn.**

Læreverk	Avsnitt med energi	Totalt antall avsnitt	% andel med energi
Eureka!	175	1298	13 %
Tellus	123	858	14 %
Natur og Univers	82	520	16 %
Trigger	162	1261	13 %

Forekomsten av avsnitt som inneholdt ordet energi, var stor nok i alle læreverkene til at dataene gav et tilfredsstillende grunnlag å analysere lærebøkene. Noen av feilkildene som ble nevnt i evalueringen av metoden (del 3.3), vil gi mindre utslag når tallene er så store. Det store antallet avsnitt hvor energi forekom gjorde også at det ikke var mulig å redegjøre for alle nyanser i kategoriene, men at beskrivelsen under ble basert på generelle trender og «typiske» forekomster. Generelt inneholdt lærebøkene for 10. årstrinn flest avsnitt som omhandlet energi. I noen læreverk var ordet energi nesten fraværende på 8. årstrinn, mens i andre var forekomsten høyere der enn på 9. årstrinn. Egne kapitler som omhandlet energibegrepet mer grundig, hadde spesielt høy forekomst av avsnitt med energi. Slike kapitler ble funnet i alle læreverkene.

### 4.2.1 Fordelingen i fagkategorier

Avsnittene som inneholdt ordet energi ble kategorisert i vitenskapsfag etter kriteriene som nevnt i del 3.2. Kategoriene var de «rene» fagkategoriene *fysikk*, *kjemi*, *biologi* og *geofag*, og de «kombinerte» fagkategoriene *fys/kje*, *kje/bio*, *bio/fys*, *geo/fys*, samt samlekategoriene *naturfag*. Felles for alle læreverkene, var at ordet energi forekom i liten grad knyttet til de kombinerte fagkategoriene. Innenfor kategorien geofag var også forekomsten lav. Fra figur 4.2.1, er det tydelig at det var de samme fire fagkategoriene som hadde stor forekomst i alle læreverkene. Hvor store disse forekomstene var innenfor hver fagkategori varierte en noe fra læreverk til læreverk. Kun de fagkategoriene som hadde en andel over 5 % vil bli beskrevet under.



**Figur 4.2.1: Avsnittenes fordeling i fagkategorier for læreverkene på 8.-10. årstrinn.**

**Fysikk** var helt klart den fagkategorien som hadde størst andel av avsnittene som omhandlet energi, med ca. 45 %. Det var relativt store variasjoner i forekomsten innenfor denne fagkategorien. Avsnittene var i hovedsak knyttet til hovedområdet *fenomener og stoffer*, og resten til *verdensrommet*. Fordi det var så mange avsnitt under denne kategorien, omfattet den naturligvis avsnitt med ulikt innhold. Kategorien dekket totalt sett de aller fleste sider ved energibegrepet. Dette vises ved at alle begrepskategoriene som ble brukt i lærebøkene, også forekom i fysikkavsnittene. Likevel var det tydelig at begrepskodene *stillings-*, *bevegelses-* og *elektrisk energi*, samt *energioverføring* ble brukt spesielt ofte innenfor fysikk. *Energi alene* og *andre* forekom også ofte. Antallet begrepskoder per avsnitt var ca. 2,7. Det indikerer at ordet energi ofte ble brukt flere ganger i samme avsnitt. Denne setningen fra et typisk *fysikk*-avsnitt er et godt eksempel på det:

*Selv om stillingsenergi og bevegelsesenergi er de grunnleggende energiformene, bruker vi mange andre navn på energien både i dagligtalen og i naturfag. (Natur og Univers 3, s.229).*

**Kjemi**-kategorien utgjorde ca. 10 % av forekomsten av avsnitt hvor energi ble nevnt. Avsnittene var nesten utelukkende knyttet til hovedområdet *fenomener og stoffer*. Begrepskategoriene *energioverføring* og *energi alene* hadde en betydelig forekomst innenfor denne fagkategorien. En kunne ventet at en stor andel av avsnittene innenfor kjemi omhandlet *kjemisk energi*. Det var ikke tilfelle, mindre enn en femtedel av avsnittene ble tildelt koden *kjemisk energi*. Antallet begrepskoder per avsnitt var ca. 2,0.

**Biologi** ble brukt som kode på ca. 20 % av avsnittene som omhandlet energi på ungdomstrinnet. Avsnittene var først og fremst knyttet til hovedområdene *mangfold i naturen* og *kropp og helse*. Eksempelet under, er et hentet fra et typisk biologiavsnitt, som handler om fotosyntese og celleånding. Forekomsten var i liten grad i sammenheng med bestemte energiformer. Begrepskodene som ble benyttet oftest innenfor *biologi* var *energioverføring* og *energi alene*. Denne fagkategorien hadde det laveste antallet begrepskoder per avsnitt, 1,7. Det indikerer at energi ofte ble nevnt bare én gang i en del av avsnittene.

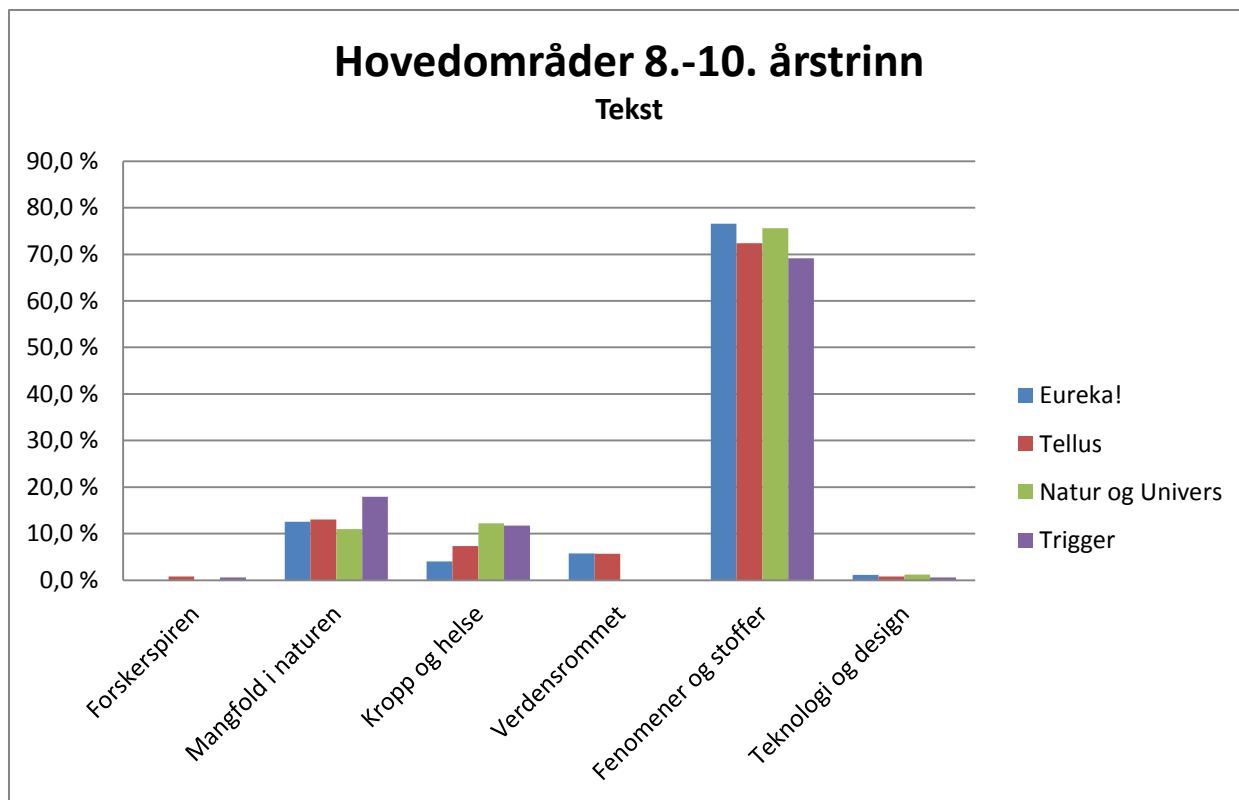
*Fotosyntese og celleånding er de to viktigste prosessene på jorda. I fotosyntesen må energi tilføres for å få prosessen til å gå. I celleåndingen frigjøres energi. (Eureka 8, s.69).*

**Naturfag** utgjorde ca. 15 % av avsnittene som inneholdt energi. Det var den fagkategorien det var størst variasjoner innenfor læreverkene. Dette gjaldt både i andelen som ble kodet som naturfag, og hva som var typisk for disse avsnittene. *Fenomener og stoffer* var det hovedområdet som hadde flest avsnitt innenfor denne fagkategorien. Det viktigste fellestrekket for avsnittene innenfor denne kategorien var at en stor andel av dem handlet om *energikilder*. Antallet begrepskoder per avsnitt var høyt innenfor naturfag, ca. 2,7. Sitatet over er et eksempel på bruk av ordet energi mange ganger, og at det kan kodes under flere av begrepskategoriene.

*I verden fordeler energiforbruket seg annerledes enn i Norge. Men enn 80 % av energien som blir brukt i verden kommer fortsatt fra kull, olje og gass! Kull er det fossile brennstoffet som forurensner mest. Vi ser at kjerneenergi er en viktig energikilde i verden i dag, mens vannenergi er en ganske liten energikilde i verdensmålestokk. (Tellus 10, s.209).*

#### 4.2.2 Fordelingen i hovedområder

Inndelingen i hovedområder ble basert på hvilke kompetansemål hvert kapittel skal dekke, i følge lærerveiledningene tilknyttet lærebøkene. De forskjellige læreverkene hadde svært lik fordelingen på hovedområdene (se figur 4.2.2). *Fenomener og stoffer* utgjorde majoriteten av avsnitt hvor ordet energi forekom. De to andre viktige bidragene var *mangfold i naturen*, og *kropp og helse*. Avsnitt under hovedområdet *verdensrommet*, som inneholdt ordet energi, ble funnet i bare to av læreverkene. *Forskerspiren*, og *teknologi og design* hadde bare et og annet avsnitt hvor energi forekom, derfor beskrives ikke disse to hovedområdene nærmere.



**Figur 4.2.2: Avsnittenes fordeling i hovedområder for læreverkene på 8.-10. årstrinn.**

**Mangfold i naturen** var det hovedområdet som hadde nest høyest antall avsnitt hvor ordet energi forekom på ungdomstrinnet. Ca. 10 % av avsnittene var knyttet til denne kategorien. Forekomsten innenfor mangfold i naturen var i hovedsak knyttet til fagkategorien *biologi*. Hovedområdet hadde ikke hadde noen kompetansemål på 8.-10. årstrinn hvor ordet energi nevnes eksplisitt, men i tilknytning til siste del av kompetansemål 10.B.1, er det naturlig at begrepet energi benyttes:

(10.B.1): *beskrive oppbygningen av dyre- og planteceller og forklare hovedtrekkene i fotosyntese og celleånding.* (Kunnskapsdepartementet, 2010, s.9).

**Kropp og helse** ble brukt som kode på litt under 10 % av avsnittene som omhandlet energi. Ingen av kompetansemålene innenfor dette hovedområdet bruker ordet energi eksplisitt i beskrivelsen (Kunnskapsdepartementet, 2010). Det er heller ingen mål for opplæringen som utmerker seg ved at de helt tydelig omhandler energi implisitt. I likhet med mangfold i naturen, var flesteparten av avsnittene innenfor kategorien kropp og helse først og fremst knyttet til *biologi*.

**Verdensrommet** har ingen kompetansemål knyttet til energibegrepet, verken eksplisitt eller ved at de implisitt handler om energi. Forekomsten av ordet energi innenfor dette hovedområdet var liten, ca. 5 % for de læreverkene hvor det forekom. I to av læreverkene ble ikke energi brukt i tilknytning til verdensrommet i det hele tatt. De få avsnittene som omhandlet energi inneholdt stort sett stoff som gjorde at de ble kodet som *fysikk* eller *naturfag*.

**Fenomener og stoffer** var det hovedområdet hvor forekomsten av ordet energi var størst. Ca. 70 % av alle avsnittene tilhørte denne kategorien. Forekomsten innenfor

fenomener og stoffer knyttet seg til alle de ulike fagkategoriene, men *fysikk*, *kjemi* og *naturfag* var de som utgjorde de største bidragene. I LK06 er det to kompetansemål som eksplisitt bruker ordet energi.

(10.E.8): forklare hvordan vi kan produseres elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder.

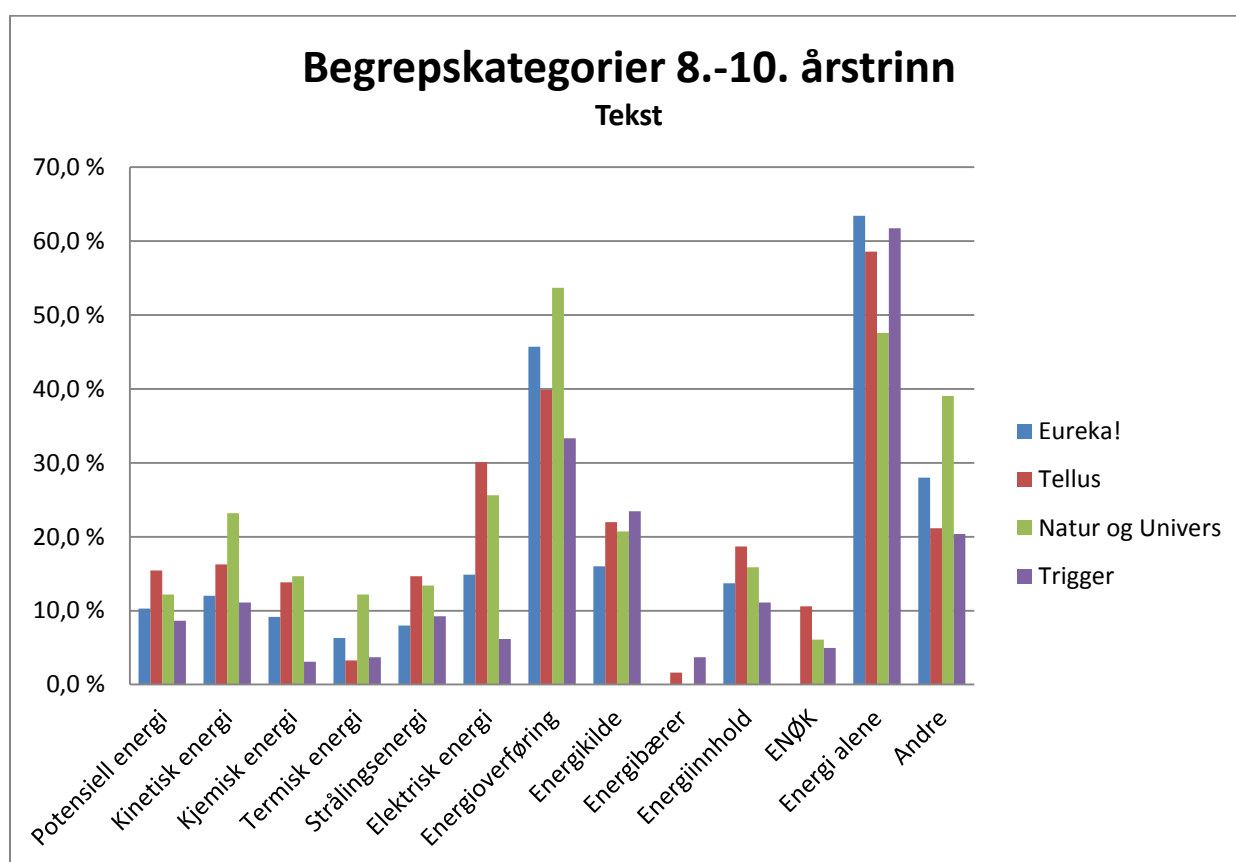
(10.E.10): gjøre forsøk og enkle beregninger med arbeid, energi og effekt.

(Kunnskapsdepartementet, 2010, s.10).

### 4.2.3 Fordelingen i begrepskategorier

Forekomsten av ordet energi ble kodet i begrepskategorier etter hvilke aspekter ved energibegrepet de representerte (se kriterier i del 3.2.4). Det var enkeltord eller bestemte uttrykksmåter som avgjorde hvilke begrepskategorier et avsnitt tilhørte. Forekomsten innenfor noen av kategori varierte en del fra læreverk til læreverk. Det var likevel noen klare trender for fordelingen i begrepskategoriene (se figur 4.2.3).

*Energioverføring* og *energi alene* var de to kategoriene med klart høyest forekomst. I tillegg hadde *energikilde*, *energiinnhold* og *andre* betydelige forekomster. De forskjellige formene for energi (*potensiell*-, *kinetisk*-, *kjemisk*-, *termisk*-, *strålings*- og *elektrisk energi*) ble omtalt i litt forskjellig grad. *Energibærer* hadde en så lav forekomst at den ikke beskrives under. Fordi flere begrepskoder kunne forekomme innenfor samme avsnitt, er summen av prosentandelene i figur 4.2.3 over 100 %.



Figur 4.2.3: Avsnittenes fordeling i begrepskategorier for læreverkene på 8.-10. årstrinn.



**Potensiell energi** ble brukt som kode på ca. 10 % av avsnittene som nevnte energi. Stort sett var denne forekomsten knyttet til fagkategorien *fysikk*, og bruken av ordet «stillingsenergi». Noen av avsnittene i denne begrepskategorien ble også kategorisert under *naturfag*, da som regel i forbindelse med ordet «vannenergi».

**Kinetisk energi** som begrepskode ble brukt i ca. 15 % av avsnittene. Også i denne kategorien var forekomsten stort sett knyttet til *fysikk*, men ved bruken av ordet «bevegelsesenergi». Fagkategorien *naturfag* hadde også noen avsnitt, men da i sammenheng med ordet «vindenergi». Bortsett fra litt høyere forekomst for kinetisk energi enn potensiell energi, var det store likheter i forekomstene for disse to begrepskategoriene. (se eksempel under fagkategorien *fysikk*).

**Kjemisk energi** hadde en forekomst litt under 10 %. I tillegg til ordene «kjemisk energi», ble også ord som «matenergi», «bioenergi», «kjerneenergi» og «kullenergi» kodet under denne begrepskategorien. Forekomsten av kjemisk energi var fordelt på flere forskjellige fagkategorier, *fysikk*, *kjemi*, *biologi* og *naturfag*, samt noen av de kombinerte fagkategoriene. Ingen av dem hadde spesielt høye forekomster av kjemisk energi.

**Termisk energi** var den av energiformene som hadde lavest forekomst, med ca. 5 %. I hovedsak var det ordet «varmeenergi» som ble brukt i lærebøkene. *Fysikk* hadde den største andelen av avsnittene, men også innenfor de andre fagkategoriene ble ordet «varmeenergi» brukt. Ofte ble ordet «varme» brukt synonymt med termisk energi. Avsnitt som inneholdt setninger som i eksempelet under, ble ikke talt med i undersøkelsen, fordi de ikke eksplisitt bruker ordet energi. Det kan være en grunn til den lave forekomsten innenfor denne begrepskategorien.

*Når vi fyrer i en vedovn i et kaldt rom, blir varme overført fra ovnen til lufta i rommet. En isklump smelter i vårsola fordi varme blir overført fra sola til isen.*  
(Natur og Univers 3, s.231).

**Strålingsenergi** forekom i rundt 10 % av avsnittene hvor ordet energi ble brukt. Denne formen for energi ble omtalt innenfor fagkategoriene *fysikk*, *kjemi*, *biologi* og *naturfag*. I tillegg til «strålingsenergi» ble også ordet «solenergi» brukt for å betegne denne formen for energi.

**Elektrisk energi** var den av de seks formene for energi, som hadde den høyeste forekomsten (ca. 20 %), men også den som varierte mest fra læreverk til læreverk. Det var helst innenfor *fysikk*-kategorien at elektrisk energi ble nevnt, men også i fagkategorien *naturfag* forekom det noen ganger. Kompetansemål 10.E.8 som ble sitert på forrige side, nevner eksplisitt elektrisk energi, er sannsynligvis en grunn til at forekomsten var så høy.

**Energioverføring** som begrepskode, ble brukt i om lag 40 % av de avsnittene som inneholdt energi. I tillegg til ordet «energioverføring» var det en rekke ord og uttryksmåter som ble kodet innenfor denne kategorien (se del 3.2) Forekomsten av *energioverføring* var fordelt utover alle fagkategoriene, også de som generelt var lite representert i lærebøkene. Likevel var det klart flest avsnitt som omhandlet

energioverføring i de fagkategoriene som hadde mange avsnitt totalt sett, *fysikk, kjemi, biologi og naturfag*.

**Energikilde** ble nevnt i ca. 20 % av avsnittene hvor ordet energi ble brukt.

Forekomsten var først og fremst knyttet til ordet «energikilde», men også ord som «energiressurs» og «energilager» ble benyttet i lærebøkene. Denne begrepskategorien hadde størst forekomst innenfor fagkategorien *naturfag*. Av avsnittene som ble kodet som *naturfag*, omhandlet rundt 50 % av dem energikilder. Begrepskoden forekom også regelmessig innenfor en de andre fagkategoriene. Den høye forekomsten kan sees i sammenheng med at kompetansemål 10.E.8 eksplisitt nevner ordet «energikilde» (se beskrivelse av *fenomener og stoffer*).

**Energiinnhold** ble brukt begrepskode på rundt 15 % av de kategoriserte avsnittene. Innenfor alle fagkategoriene ble det funnet avsnitt knyttet til *energiinnhold*.

Uttrykksmåter som «\_\_ inneholder energi» eller «energien i \_\_», samt ordene «energirike» og «energifattige» ble funnet i lærebøkene på 8.-10. årstrinn, og kodet innenfor denne begrepskategorien.

*Celleåndingen frigjør energien i glukose. Energien blir til varme og energirike ATP-molekyler som cellene bruker til livsfunksjonene.* (Tellus 10, s.16).

**ENØK** forekom bare i noen få avsnitt totaltsett i lærebøkene. Flesteparten av avsnittene som omhandlet ENØK var innenfor fagkategorien *naturfag*.

**Energi alene** og **andre** hadde begge høye, men varierende forekomster, henholdsvis ca. 55 % og ca. 25 %. De ulike fagkategoriene hadde stort sett lik forekomst av disse to begrepskategoriene. Felles for avsnitt innenfor energi alene og andre var at de ikke representerte en bestemt side ved energibegrepet. Uttrykksmåter som ble kodet innenfor disse kategoriene brukte ofte ordet energi som et abstrakt begrep, uten å tillegge det et bestemt meningsinnhold.

*Gjennom maten får du også i deg energi som cellene trenger for å holde deg i live.* (Trigger 9, s.298).

Det var også en del unntak hvor begrepet ble tillagt et bestemt meningsinnhold.

*Alt vi kaller energi, har likevel noe til felles. Det har evnen til å: \*endre omgivelsene \*få noe til å skje \*utføre et arbeid.* (Trigger 8, s.123).

#### 4.2.4 Energi i illustrasjoner

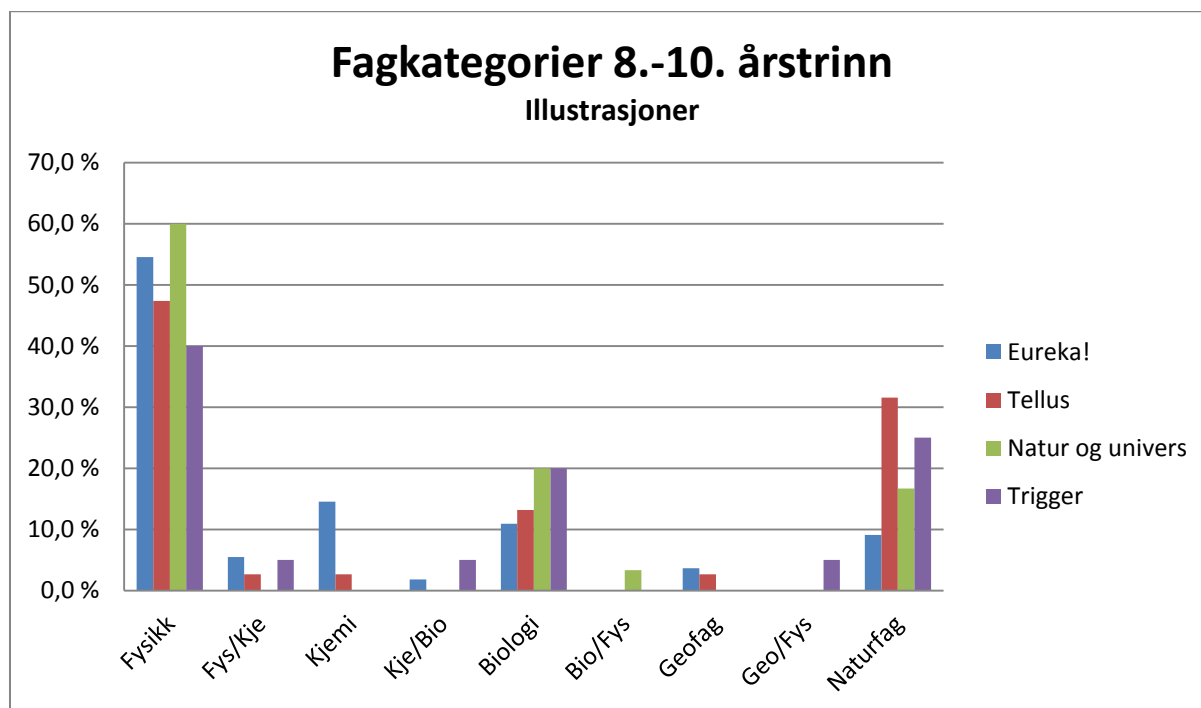
I undersøkelsen ble bare illustrasjoner (bilder, tegninger, modeller og tabeller) som eksplisitt inneholdt ordet energi registrert. Forekomsten i tilknytning til illustrasjoner varierte mye mellom læreverkene som tabell 4.2.2 viser. Både antallet illustrasjoner hvor energi forekom, og fordelingen i fagkategorier, hovedområder og begrepskategorier varierte fra læreverk til læreverk. Noen av tallene i tabellen er litt for lave til at de egner seg til å beregne prosenter, fordi en enkelt illustrasjon kan utgjøre en stor forskjell. Totalt antall illustrasjoner i læreverkene ble ikke talt. Bruken av ordet energi i illustrasjoner var som regel i sammenheng med avsnitt hvor ordet forekom. Derfor

gjelder beskrivelsene over, av forekomsten i de ulike fagkategoriene, hovedområdene og begrepskategoriene for tekstene i lærebøkene, også for forekomsten i av ordet energi i illustrasjoner. Redegjørelsen under er derfor kortfattet.

**Tabell 4.2.2: Forekomst av energi i illustrasjoner i læreverkene på 8.-10. årstrinn**

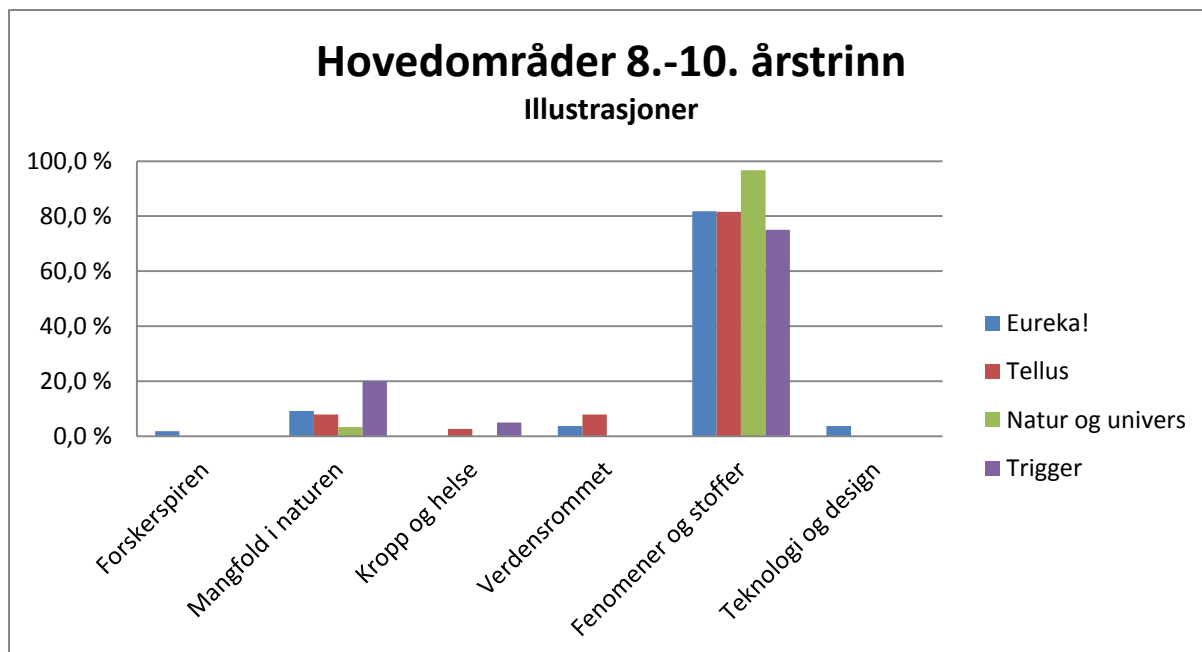
Læreverk	Illustrasjoner med energi
Eureka!	55
Tellus	38
Natur og Univers	30
Trigger	20

Til tross for variasjoner mellom læreverkene, er det tydelig fra figur 4.2.4 at *fysikk* var den fagkategorien som hadde flest illustrasjoner som brukte ordet energi. Om lag 50 % av forekomsten var tilknyttet fysikk. Resten av illustrasjonene var stort under fagkategoriene *biologi* og *naturfag*, med ca. 15 % av forekomsten hver. Bare en svært liten andel var tilknyttet *kjemi*. Innenfor resterende fagkategoriene, *geofag* samt de kombinerte fagkategoriene, forekom ordet energi kun sporadisk i illustrasjoner.



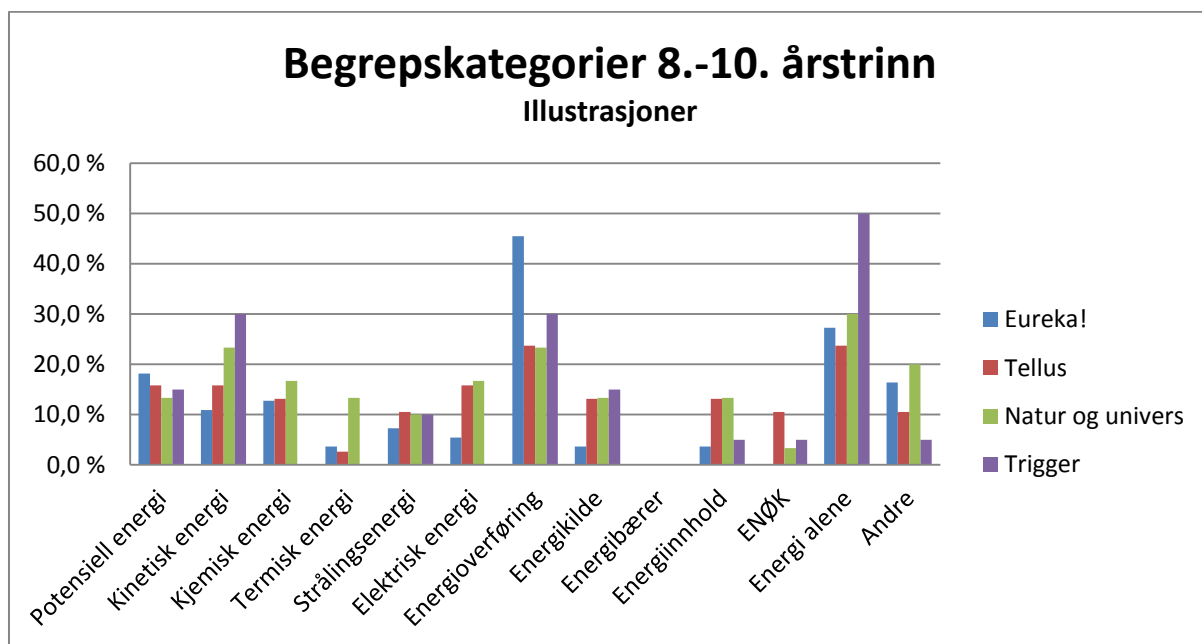
**Figur 4.2.4: Illustrasjonenes fordeling i fagkategorier for læreverkene på 8.-10. årstrinn**

Fordelingen i på figur 4.2.5 viser stort sett de samme trendene som diagrammet for avsnittenes fordeling gjør (se figur 4.2.2). *Fenomener og stoffer* var den dominerende kategorien for illustrasjoner som omhandlet energi, med over 80 % av forekomsten. I alle læreverkene var den noen få illustrasjoner hvor energi forekom tilknyttet *mangfold i naturen*. De resterende hovedområdene hadde bare en og annen illustrasjon som nevnte ordet energi i illustrasjonen eller i figurteksten.

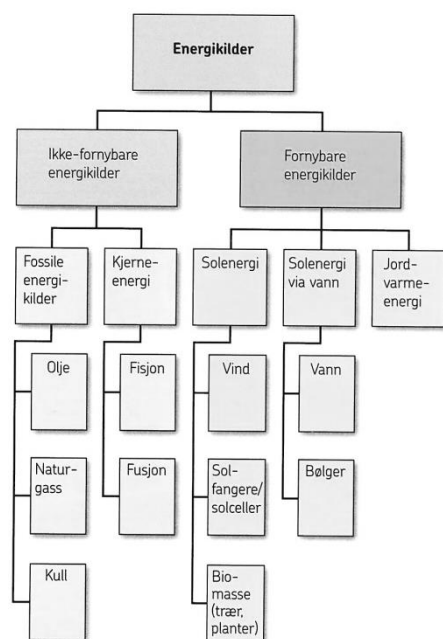


**Figur 4.2.5: Illustrasjonenes fordeling i hovedområder for læreverkenne på 8.-10. årstrinn.**

I figurtekstene ble det i stor grad brukt de samme uttrykksmåtene som i avsnittene som lå i nærheten. Figur 4.2.6 viser lignende trender som figur 4.2.3 gjorde for avsnittenes fordeling i begrepskategorier. Generelt ble ordet energi brukt færre ganger i hver figurtekst (1,7 begrepskoder per illustrasjon), enn det ble brukt i hvert avsnitt (2,4 begrepskoder per avsnitt). Derfor var forekomstene av innenfor de fleste begrepskategoriene litt lavere for illustrasjoner. *Energioverføring*, *energi alene* og *andre* var de kategoriene som hadde tydeligst lavere forekomster sammenlignet med avsnittene. Bruken av ordet «energikilde» var ofte i sammenheng med diagrammer, slik som eksempelet på figur 4.2.7 på neste side.



**Figur 4.2.6: Illustrasjonenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenne på 8.-10. årstrinn.**



**Figur 4.2.7: Diagram over ulike energikilder (Natur og Univers 2, s.261).**

### 4.3 Vg1

Læreverkene i naturfag på videregående skole, studieforberedende retning, var *Kosmos SF*, *Senit SF*, *Nexus* og *Naturfag 5*. Hvert læreverk bestod av én enkelt bok, og kan kalles for «alt-i-ett»-bøker som inneholdt tekst, oppgaver og forsøk. I tillegg hadde alle tilhørende nettstedet som elever og lærere kan benytte. Det var kun tekstene i lærebøkene som ble analysert. Undersøkelsen ble utført ved å telle avsnitt og illustrasjoner hvor ordet energi forekom (se del 3.2)

Lengden på avsnittene i læreverkene varierte noe. *Naturfag 5* hadde generelt kortest avsnitt og *Kosmos SF* hadde lengst avsnitt. *Nexus* og *Senit SF* hadde avsnittsstørrelse midt mellom de to andre. Tabell 4.3.1 viser tydelig at en stor andel av avsnittene inneholdt ordet energi. Det er også store variasjoner i prosentandelen. *Nexus* hadde lavest andel, og *Kosmos* hadde høyest. På 5.-7. årstrinn og 8.-10. årstrinn var det en sammenheng mellom lengden på avsnittene og andelen som brukte ordet energi. På Vg1 kan ikke variasjonene i prosentandelene forklares på samme måte. For det første var variasjonene i avsnittsstørrelsen mellom læreverkene for små til å kunne forklare så store forskjeller i andel avsnitt med energi. I tillegg var det ingen sammenheng mellom små avsnitt og lav prosentandel. For eksempel hadde *Naturfag 5* nest høyest andel (jfr. tabell 4.3.1), men kortest avsnitt av læreverkene.

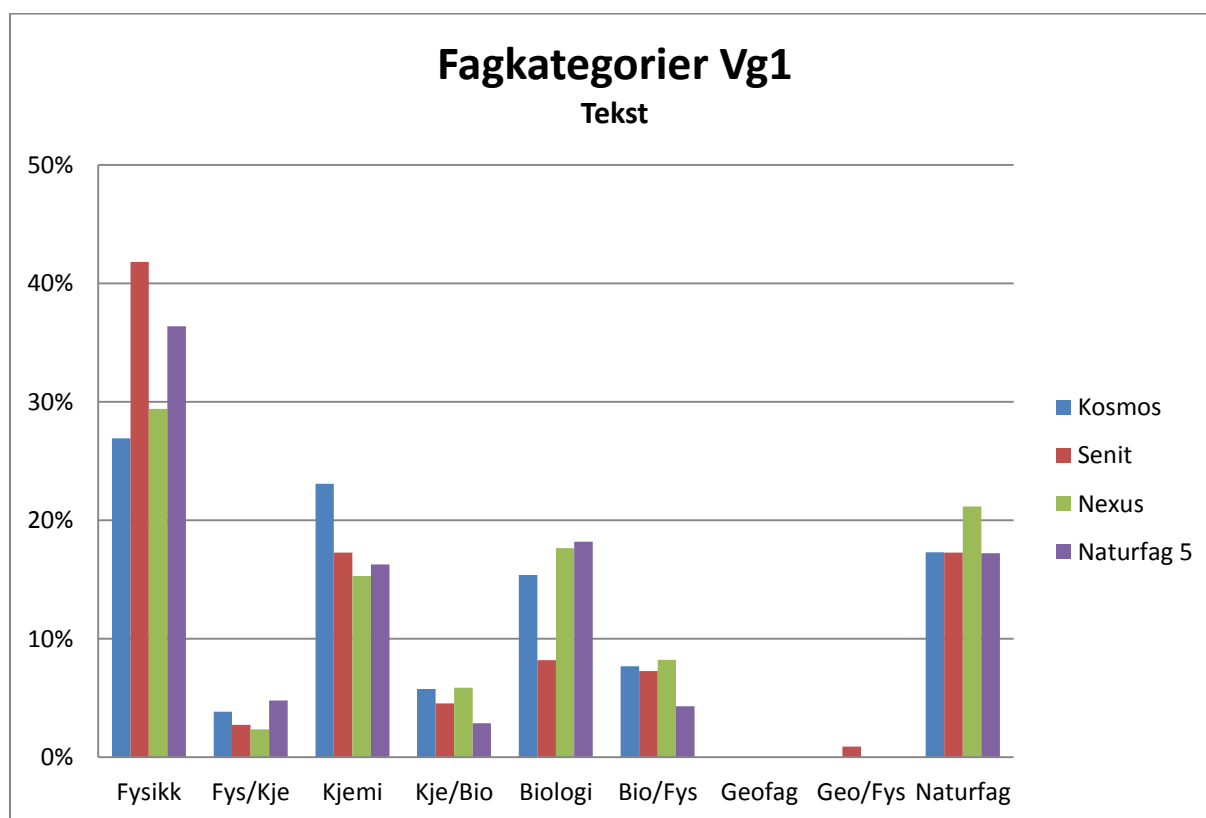
**Tabell 4.3.1: Energi tilknyttet avsnitt i læreverkene på Vg1.**

Læreverk	Avsnitt med energi	Totalt antall avsnitt	% andel med energi
Kosmos SF	104	280	37 %
Senit SF	110	378	29 %
Nexus	85	343	25 %
Naturfag 5	209	623	34 %

Selv om det var variasjoner, brukte alle læreverkene ordet energi i et stort antall avsnitt, slik at det var akseptabelt å bruke dataene til å analysere lærebøkene. Derfor gjorde ikke enkeltavsnitt store utslag i de beregnede prosentene. Forekomsten var spesielt høy i kapitler som handlet om energi, men det ble funnet avsnitt som inneholdt ordet energi i store deler av læreverkene.

### 4.3.1 Fordelingen i fagkategorier

Avsnittene som inneholdt ordet energi ble kategorisert i fagkategorier etter kriteriene som nevnt i del 3.2.2 Figur 4.3.1 viser at for alle læreverkene forekom ordet energi i hovedsak knyttet til kategoriene *fysikk*, *kjemi*, *biologi* og *naturfag*. De kombinerte fagkategoriene i tillegg til geofag, hadde generelt lave forekomster. I tillegg var forekomstene i disse kombinerte fagkategoriene var av ulik art, og derfor vanskelig å si noe generelt om. Disse blir derfor ikke beskrevet under. Det er ett unntak, *bio/fys* hadde en veldig karakteristisk forekomst, og vil derfor få en egen beskrivelse.



**Figur 4.3.1: Avsnittenes fordeling i fagkategorier for læreverkene på Vg1.**

**Fysikk**-kategorien hadde flest avsnitt hvor ordet energi ble nevnt i samtlige læreverk. Forekomsten var på ca. 35 %, men varierte en del fra læreverk til læreverk. De aller fleste avsnittene var knyttet til hovedområdene *stråling og radioaktivitet*, og *energi for framtiden*. Det store antallet avsnitt medførte naturligvis at fagkategorien inneholdt avsnitt med forskjellig innhold. En del tema hadde likevel spesielt høye forekomster. Blant disse var stråling (både elektromagnetisk- og partikkelstråling), utnytting av energien fra sola i solceller og solfangere, og bruk av varmepumper. De fleste lærebøkene hadde også noen avsnitt hvor begrepet energi ble introdusert. Disse ble kategorisert

under fysikk. Avsnittene innenfor denne fagkategorien omhandlet de aller fleste sidene ved energibegrepet. Alle de forskjellige begrepskodene ble benyttet innenfor fysikk i større eller mindre grad. Spesielt *energioverføring* og *energi alene* hadde høy forekomst. Antallet begrepskoder per avsnitt for denne kategorien var ca. 2,5 som indikerer at ordet energi generelt sett ble benyttet flere ganger i hvert avsnitt.

**Kjemi** ble brukt som fagkode på litt over 15 % av avsnittene som omhandlet energi. Forekomsten var i all hovedsak knyttet til hovedområdet *energi for framtiden*. Flesteparten av avsnittene handlet om redoksreaksjoner, brenselceller og bruk av bioenergi. Begrepskategoriene *elektrisk energi*, *energioverføring* og *energi alene* hadde høye forekomster innenfor kjemi. Sistnevnte ofte fordi energi ble skrevet som en del av reaksjonsligninger (se eksempel). Antallet begrepskoder per avsnitt var ca. 2,2, som viser at også her forekom ordet energi generelt flere ganger i hvert avsnitt.

*Denne reaksjonen kan vi skrive slik:*

*magnesium + oksygen → magnesiumoksid + energi*

*Mg + O → MgO + energi* (Kosmos SF, s.68).

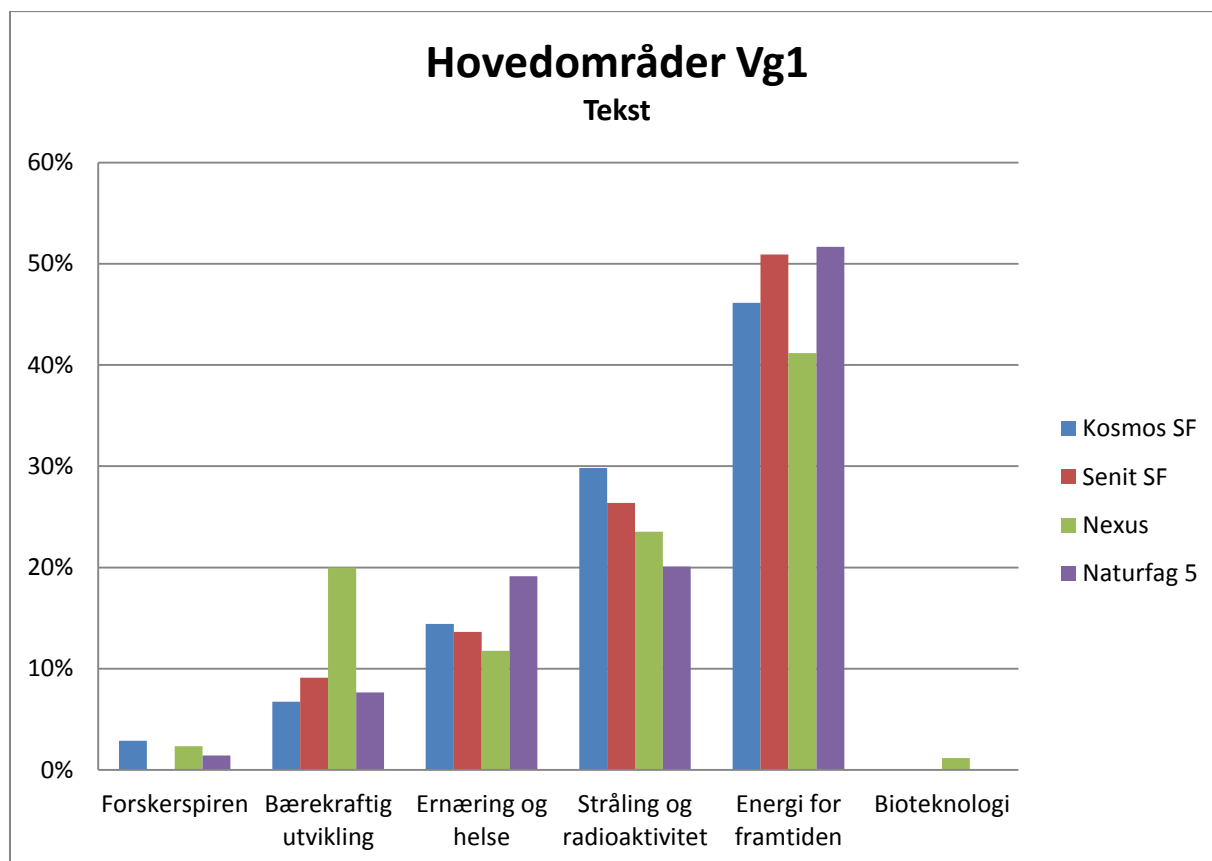
**Biologi** som fagkategori, hadde en forekomst litt under 15 %. Flesteparten av biologiske avsnittene hvor ordet energi ble nevnt var knyttet til hovedområdet *ernæring og helse*, mens de resterende var i sammenheng med *bærekraftig utvikling*. Naturlig nok var derfor næringsstoffer og ernæring de viktigste temaene hvor energi ble nevnt i forbindelse med denne fagkategorien. Et annet karakteristisk trekk ved forekomsten innenfor biologi, var at ulike former for energi i svært liten grad ble nevnt i disse avsnittene. Derimot hadde begrepskategoriene *energiinnhold* og *energi alene* store forekomster. Antallet begrepskoder per avsnitt var ca. 1,8 i disse avsnittene, noe som var markant lavere enn de andre fagkategoriene. Dette indikerer at en del av avsnittene inneholdt ordet energi bare én gang. Det var også inntrykket etter gjennomlesingen av lærebøkene.

**Bio/fys** var den av de kombinerte fagkategoriene som hadde høyest forekomst av ordet energi, med litt over 5 %. Det er imidlertid de karakteristiske trekkene ved forekomsten som er grunnen til at kategorien tas med. Avsnittene handlet nesten utelukkende om helsemessige konsekvenser av ståling, både positive og negative. *Energioverføring*, *energiinnhold* og *strålingsenergi* var de begrepskategoriene som utgjorde de viktige bidragene. Disse understreker også det karakteristiske ved forekomsten.

**Naturfag** ble benyttet som fagkode på avsnittene hvor ordet energi ble benyttet, i litt under 20 % av tilfellene. Innholdet i disse avsnittene var av svært ulik art, og var knyttet til flere hovedområder, med *bærekraftig utvikling* og *energi for framtiden* som de to viktigste. Energi i forbindelse med naturfagkategorien handlet i stor grad om mennesket som forbruker og globale utfordringer knyttet til energi. En stor andel av avsnittene omhandlet *energikilder*. Ellers forekom alle de ulike begrepskategoriene, i større eller mindre grad innenfor denne fagkategorien. Ordet energi ble ofte nevnt mange ganger i hvert avsnitt i, noe som tallet 2,5 begrepskoder per avsnitt viser.

### 4.3.2 Fordelingen i hovedområder

I alle de fire lærebøkene ble det angitt hvilke kompetansemål som ble dekket av de ulike kapitlene. Kodingen av avsnitt i hovedområder var basert på det. Læreverkene viste de i stor grad de samme tendensene når det gjaldt hvilke hovedområder som hadde de høyeste og laveste forekomstene (se figur 4.3.2). Innenfor *forskerspiren* og *bioteknologi* var det bare noen svært få avsnitt hvor ordet energi forekom, derfor blir ikke disse gitt egne beskrivelser under.



Figur 4.3.2: Avsnittenes fordeling i hovedområder for læreverkene på Vg1.

**Bærekraftig utvikling** var knyttet til ca. 10 % av avsnittene hvor energi forekom. I læreplanen LK06 har hovedområdet ett kompetansemål som nevner energi eksplisitt, (11.B.5). Forekomsten innenfor dette hovedområdet var også tydelig knyttet til dette kompetansemålet, fordi det tok opp nettopp temaene miljø, forbruksvalg og energibruk. Ikke overraskende var flesteparten av avsnittene innenfor *bærekraftig utvikling* knyttet til fagkategorien *naturfag*.

(11.B.5): *vurdere miljøaspekter ved forbruksvalg, avfallshåndtering og energibruk.* (Kunnskapsdepartementet, 2010, s.11).

**Ernæring og helse** ble knyttet til 15 % av avsnittene som nevnte energi. Forekomsten var i stor grad sammenfallende med fagkategorien *biologi*. Næringsstoffer og ernæring var derfor temaer som gikk igjen innenfor hovedområdet *ernæring og helse*, i avsnitt hvor energi ble nevnt. I LK06 var det ingen kompetansemål under dette hovedområdet hvor ordet energi ble nevnt. Forekomsten kan likevel tydelig sees i sammenheng med



noen av kompetansemålene, som viser at disse de tydelig handler om energi implisitt, selv om ordet ikke nevnes.

(11.C.1): *beskrive kjemiske kjennetegn og forskjeller på de viktigste næringsstoffene*

(11.C.4): *forklare hovedtrekkene i fordøyelse, transport og omsetting av de viktigste næringsstoffene*

(11.C.6): *drøfte spørsmål knyttet til ernæring, trening, slanking, spiseforstyrrelser, livsstilssykdommer og soling* (Kunnskapsdepartementet, 2010, s.11).

**Stråling og radioaktivitet** ble brukt som kode på ca. 25 % av avsnittene som brukte ordet energi. Fagkategoriene *fysikk* og *bio/fys* var de to som først og fremst var knyttet til dette hovedområdet. Hovedområdet har et kompetansemål som bruker ordet energi (11.D.3). Kompetansemålet har tematisk, en viss grad av overlapp med 11.B.5 (se over) og kan forklare hvorfor *naturfag* var så lite representert under dette hovedområdet.

(11.D.3): *forklare hva drivhuseffekt er og gjøre rede for og analysere hvordan menneskelig aktivitet endrer energibalansen i atmosfæren*

(Kunnskapsdepartementet, 2010, s.12).

**Energi for framtiden** var det hovedområdet som var tilknyttet den største andelen av energiforekomsten, med om lag 45 % av avsnittene som brukte ordet energi.

Fagkategoriene *fysikk*, *kjemi* og *naturfag* utgjorde de viktigste bidragene til forekomsten innenfor dette hovedområdet. Navnet på hovedområdet tilsier at energi er et svært viktig begrep innenfor alle kompetansemålene. Til tross for det, er det bare to av seks som eksplisitt nevner energi (11.E.5 og 11.E.6). Disse to kompetansemålene ble dekket hovedsakelig tilknyttet fagkategorien *naturfag*. Fordi avsnitt tilknyttet *fysikk* og *kjemi* utgjorde resten av forekomsten innenfor dette hovedområdet, er det tydelig at energibegrepet er viktig i de resterende kompetansemålene også.

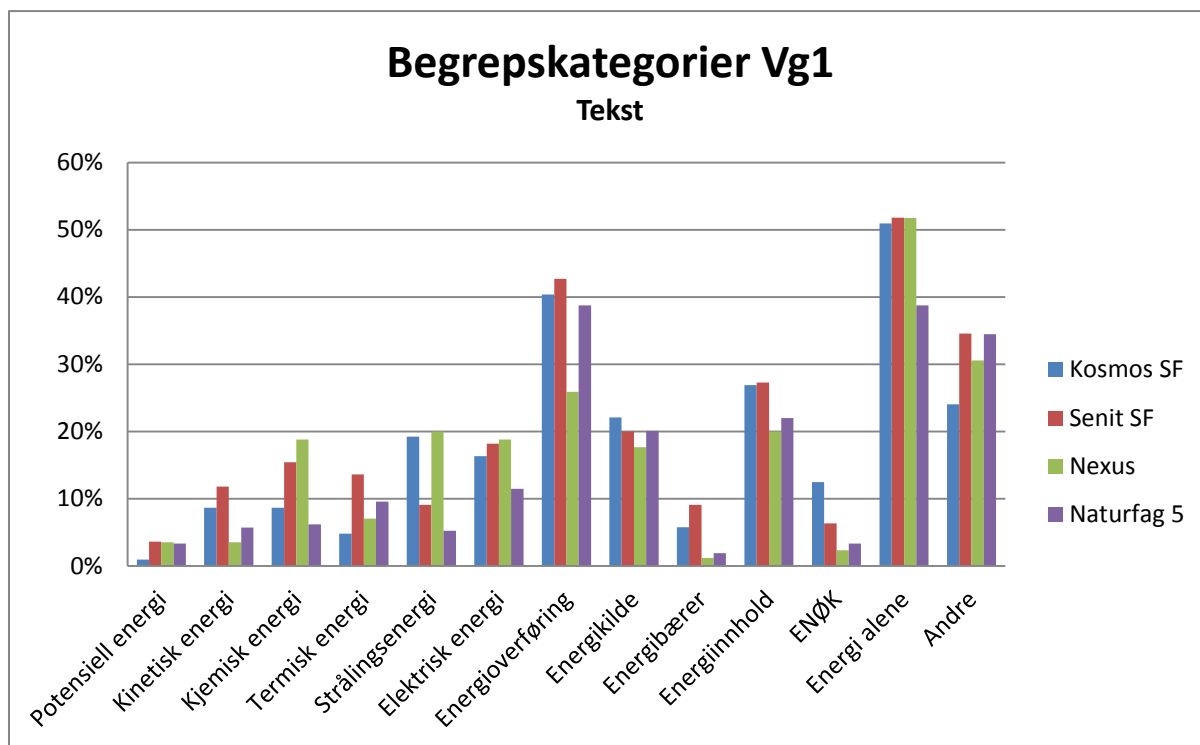
(11.E.5): *gjøre rede for ulike bruk av biomasse som energikilde*

(11.E.6): *gjøre rede for hydrogen som energibærer* (Kunnskapsdepartementet, 2010, s.12).

### 4.3.3 Fordelingen i begrepskategorier

Forekomsten ble kodet i begrepskategorier etter hvilke aspekter ved energibegrepet de representerte (se del 3.2.4). Forekomsten av de ulike begrepskategoriene hadde klare trender i hvilke begrepskoder som var høyt representert (se figur 4.3.3). *Energioverføring*, *energikilde*, *energiinnhold*, *energi alene* og *andre* hadde de høyeste forekomstene. *Kjemisk energi*, *strålingsenergi* og *elektrisk energi* var de formene for energi som ble nevnt oftest.

**Potensiell energi** ble brukt som kategori på bare noen svært få avsnitt. Disse var stort sett i forbindelse med en forklaring av begrepet energi, og de fleste av avsnittene ble også kategorisert under *fysikk*. Denne formen for energi ble lite vektlagt i andre sammenhenger i lærebøkene.



**Figur 4.3.3: Avsnittenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenne på Vg1.**

**Kinetisk energi** som kategori hadde også en lav forekomst. Den var i likhet med begrepskategorien *potensiell energi* knyttet til fagkategorien *fysikk*, og mesteparten av avsnittene handlet om introduksjon av energibegrepet. I tillegg forekom kinetisk energi i noen avsnitt i forbindelse med produksjon av elektrisk energi.

**Kjemisk energi** forekom i mange ulike sammenhenger i lærebøkene. Totalt sett ble litt over 10 % av avsnittene hvor energi forekom, kategorisert som kjemisk energi. Ordet «bioenergi» ble også inkludert i denne begrepskategorien, og utgjorde en del av forekomsten. Avsnittene var tilknyttet mange forskjellige fagkategorier, men *fysikk* og *kjemi* var de to viktigste. Bruken av begrepet kjemisk energi var litt forskjellig i disse to fagkategoriene. To eksempler fra *Senit SF* viser nettopp dette:

*Energien fra forbrenningsreaksjoner kan brukes i en spesiell type galvaniske celler som vi kaller brenselceller. Brenselceller omdanner kjemisk energi til elektrisk energi. (s.210).*

*Når en kraft er klar til å gjøre et arbeid, har legemet (stoffet) potensiell energi. I kjemiske forbindelser er det elektriske krefter mellom atomene eller ionene. Slik kan kjemisk energi betraktes som indre potensiell energi som kan gjøre et arbeid når de kjemiske bindingene brytes. I både planter og dyr er energien lagret som kjemisk energi. Det betyr at energien i olje og gass også er potensiell energi. (s.232).*

Det første sitatet, som er hentet fra et *kjemi*-avsnitt, fokuserte på hvordan kjemisk energi utnyttet. *Fysikk*-avsnittet, som er tatt med i sin helhet, handlet om hva kjemisk energi er. Det blir forklart som en form for potensiell energi.

**Termisk energi** som begrepskategori forkom i ca. 10 % av avsnittene som inneholdt ordet energi. Dette var i hovedsak avsnitt tilknyttet fagkategorien fysikk. Ordet varme ble ofte brukt synonymt med termisk energi i lærebøkene på Vg1, men av de to ble kun sistnevnte kodet under begrepskategorien termisk energi. Derfor var denne mindre representert enn det den ville vært, om det hadde stått «varmeenergi» eller «termisk energi» alle de stedene bøkene faktisk mener termisk energi. Et eksempel på en slik synonym bruk gis under.

*Forklaringen er at metallstyret leder varmen mye raskere vekk fra hånden din enn plasthåndtaket. (Naturfag 5, s.280).*

**Strålingsenergi** ble omtalt i ca. 15 % av avsnittene med energi. Forekomsten var for det meste knyttet til fagkategorien *fysikk*. Naturlig nok var flesteparten av avsnittene også kategorisert i hovedområdet stråling og radioaktivitet.

**Elektrisk energi** forekom hovedsakelig i de to fagkategoriene kjemi og fysikk. Om lag 15 % av avsnittene som brukte ordet energi, nevnte elektrisk energi. Spesielt i avsnitt som omhandlet batterier, galvaniske element og elektrolyse, ble kategorisert under begrepskategorien elektrisk energi.

**Energioverføring** ble brukt som begrepskode i ca. 35 % av avsnittene som omhandlet energi. Avsnitt som omtalte energi som noe som ble overført, ble funnet innenfor alle fagkategoriene som hadde forekomst av ordet energi. Lærebøkene brukte mange ulike uttrykksmåter som ble kategorisert som energioverføring. Noen steder ble det brukt naturfaglige ord, som «absorbere», men stort sett brukte bøkene en mer dagligdags uttrykksmåte. Fordi forekomsten er så stor gis det flere ulike eksempler fra kategorien.

*En konstruksjon som fanger opp mye solenergi ved slik absorpsjon, kaller vi en solfanger. En solfanger er en slags beholder og kan ha form som en kasse. Den mørke delen av solfangeren absorberer energi, og plast eller glass dekker det rommet som stenger varmeenergi inne i solfangeren. (Kosmos SF, s.104).*

*Både protein, karbohydrat og fett er energirike forbindelser. Kroppen forbrenner dem slik at energi blir frigitt og livsprosessene kan drives. (Kosmos SF, s.129-130).*

*Når gasser får tilført energi og varmes opp, får atomene og molekylene større og større fart, og da kolliderer de med hverandre. I slike kollisjoner kan noen atomer få tilført så mye energi at elektronet sparkes opp på et høyere energinivå. Vi sier da at atomene blir eksitert. Men elektronene går raskt tilbake til et lavere energinivå igjen, og da gir de fra seg energi igjen i form av EM-stråling. (Kosmos SF, s.247).*

**Energikilde** ble omtalt i 20 % av avsnittene hvor energi ble nevnt. Stort sett var det ordet «energikilde» som ble brukt, men betegnelsene «energilager» og «energiressurs» forekom også. Den største andelen av avsnitt som ble klassifisert under energikilde var under fagkategorien *naturfag*. Ordet «energikilde» nevnes eksplisitt i kompetansemål 11.E.5 (se tidligere beskrivelse av energi for framtiden), og settes der i direkte sammenheng med biomasse. Likevel utgjorde avsnitt om biomasse bare en liten del av avsnittene innenfor denne begrepskategorien. Mange ulike energikilder ble beskrevet i

lærebøkene, ikke bare biomasse. I tillegg handlet mange avsnitt, spesielt under fagkategorien naturfag, om diskusjoner rundt bruk av ulike energikilder.

*Nye fornybare energikilder vil gjøre at vi endelig kan vinke farvel til de fossile problemskaperne olje, kull og gass. Vannenergi er en gammel og velkjent fornybar energikilde. På slutten av dette kapitlet er det imidlertid noen av de nye fornybare energikildene vi skal konsentrere oss om. Noen ganger kalles de også alternative energikilder. (Nexus, s.177).*

**Energibærer** ble omtalt i ca. 5 % av de avsnittene som ble talt i undersøkelsen. Forekomsten var varierte mye fra lærebok til lærebok, både i antall avsnitt hvor energibærer ble nevnt, og hvordan begrepet ble behandlet. Dataene fra undersøkelsen viste at energibærer forekom innenfor ulike fagkategorier i de forskjellige læreverkene. I tillegg var forklaringen av hva som er energibærere, ikke den samme i lærebøkene. Elektrisitet inkluderes i det noen læreverk, mens det ikke blir gjort det i andre.

*Energibærere kan frakte og lagre energi. Eksempler er hydrogen og lommelyktbatterier. Energikilder kan vi høste energi fra. Eksempler er vannkraft og vindkraft. Olje er både ene energibærer og en energikilde. (Nexus, s.190).*

*Betydningen av begrepet energibærer ligger egentlig i ordet. En energibærer bærer energi. De kjemiske forbindelsene i et oppladd batteri er energibærere, likeledes de organiske forbindelsene i maten vår. Elektrisitet er også en energibærer. (Senit SF, s.241).*

**Energiinnhold** som begrepskategori, ble brukt i litt over 20 % av avsnittene som omhandlet energi. En stor del av avsnittene ble kodet under energiinnhold på grunn av ordet «energirike». Forekomsten var knyttet til alle fagkategoriene, og omtalte stråling, kjemiske forbindelser og næringsstoffer som energirik(e). I tillegg var det flere bøker som betegnet kjemiske bindinger som energirike, og at når disse brytes, frigjøres energi.

*Energien som trengs for å drive en kjemisk reaksjon eller utføre et annet arbeid i cellen, blir frigjort når den energirike bindingen mellom den ytterste fosfatgruppen og resten av ATP-molekylet brytes. (Senit SF, s.169).*

**ENØK** ble brukt som begrepskode på forekomsten i ca. 5 % av avsnittene, men forekomsten varierte. De fleste avsnittene var knyttet til naturfag, men også i en del andre fagkategorier ble begrepskategorien ENØK brukt.

**Energi alene** og **andre** var samlekategorier som ble brukt for å klassifisere forekomster av energi i avsnittene, som ikke kunne kategoriseres innenfor noen andre begrepskategorier. Avsnittene innenfor disse to kategoriene er derfor vanskeligere å gi en samlet vurdering av. Et karakteristisk trekk for begge kategoriene var at energi, i stor grad ble brukt som et abstrakt begrep. Avsnittene brukte ordet energi på en slik måte at det var forutsatt en forståelse av begrepet.

*Enten du trener lite eller mye, må kroppen din få nok byggesteiner og energi gjennom det du spiser. (Kosmos SF, s.163).*

Eksemplet over ble kodet som energi alene, og forutsetter at den som leser har en forståelse av energibegrepet. Uttryksmåter som ble kodet til begrepskategorien andre forutsatte også en forståelse av begrepet energi. I lærebøkene på Vg1 ble det funnet mange ulike ordkombinasjoner med «energi». Eksempler hentet fra Naturfag 5 er «energispriang» (s.136), «energihus» (s.272) og «energiformål» (s.353).

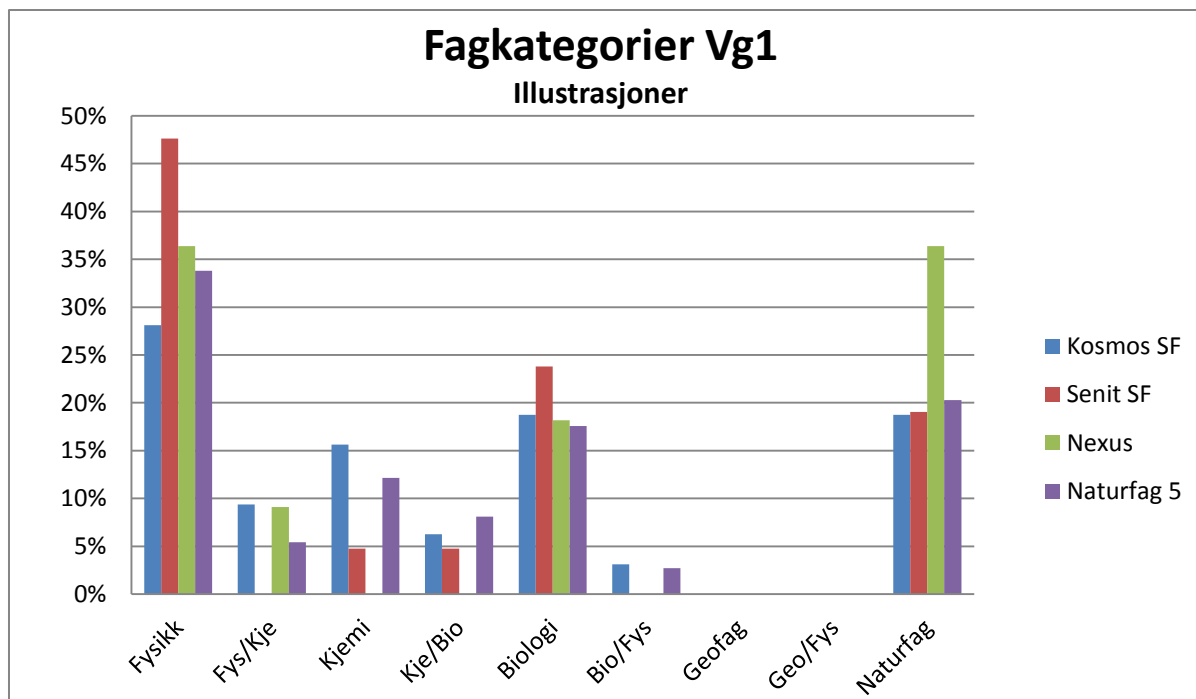
#### 4.3.4 Energi i illustrasjoner

I undersøkelsen ble bare illustrasjoner (bilder, tegninger, modeller og tabeller) som eksplisitt inneholdt ordet energi, i figurtekst eller i selve illustrasjonen, talt med. I de aller fleste tilfellene hvor energi ble brukt i forbindelse med en illustrasjon, var det også avsnitt som inneholdt energi i nærhet til illustrasjonen. Lærebøkene på Vg1 brukte jevnt over figurtekst på de fleste illustrasjonene, lengden på figurteksten var stort sett lik fra lærebok til lærebok. De store forskjellene i bruk av energi i tilknytning til illustrasjoner (se tabell 4.3.2), kan derfor ikke forklares ved at noen lærebøker nesten ikke bruker illustrasjoner. Det totale antallet illustrasjoner i ble ikke talt, men inntrykket av lærebøkene var at det ikke var noen som skilte seg ut ved å bruke illustrasjoner spesielt ofte eller sjeldent.

**Tabell 4.3.2: Forekomst av energi tilknyttet illustrasjoner på Vg1.**

Læreverk	Illustrasjoner med energi
Kosmos SF	32
Senit SF	21
Nexus	11
Naturfag 5	74

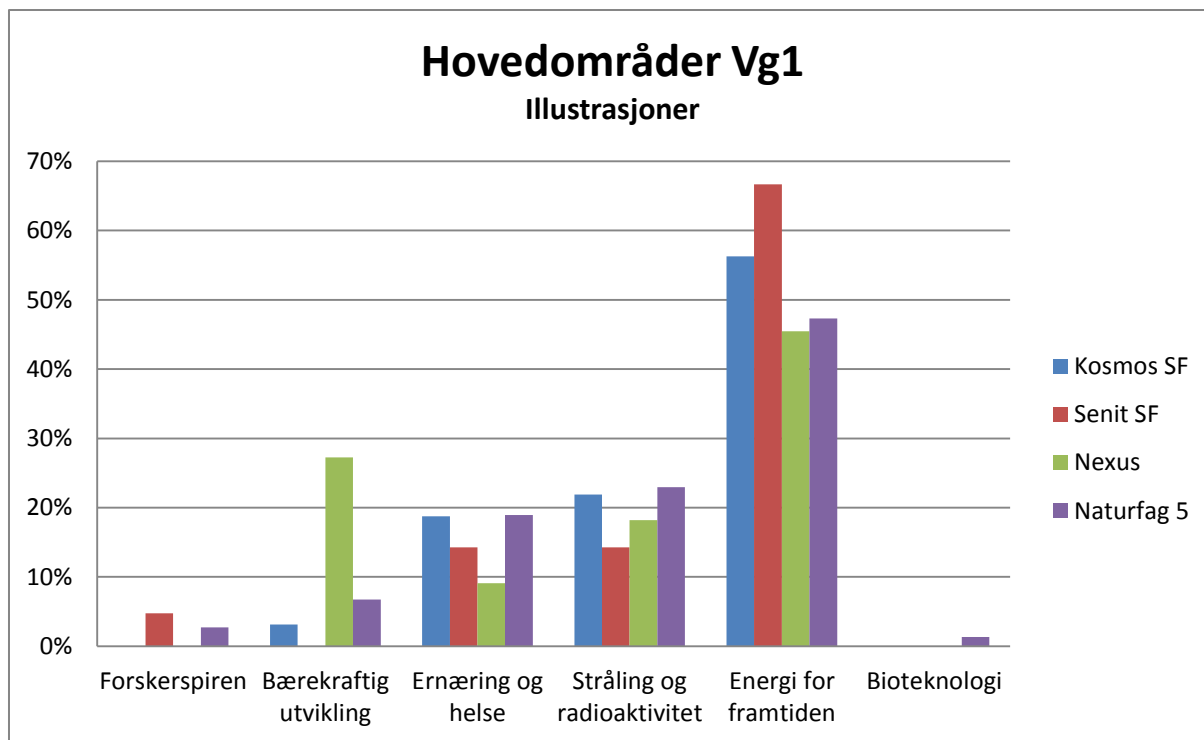
Tabellen viser at bruken av ordet energi i forbindelse med illustrasjoner varierte mye mellom læreverkene. *Naturfag 5* skilte seg ut ved at den hadde mange flere illustrasjoner hvor energi ble nevnt i figurteksten eller selve illustrasjonen. Noen av læreverkene hadde så få illustrasjoner at resultatene er lite egnet å analysere prosentandeler. Spesielt gjaldt dette *Nexus*, men også *Senit SF* og *Kosmos SF* hadde få illustrasjoner hvor energi ble nevnt. Én enkelt illustrasjon gav da store utslag på prosentandelen, derfor var det viktig å ta det med i analyse av bruken av illustrasjoner i sammenheng med energibegrepet. Beskrivelsene under er mer kortfattede enn for tekstene. Dette er på grunn av det lave antallet i en del av lærebøkene, og at forekomstene i fagkategoriene, hovedområdene og begrepskategoriene for illustrasjonene i stor grad viste de samme tendensene som forekomsten i avsnittene.



**Figur 4.3.4: Illustrasjonenes fordeling i fagkategorier for læreverkenes på Vg1.**

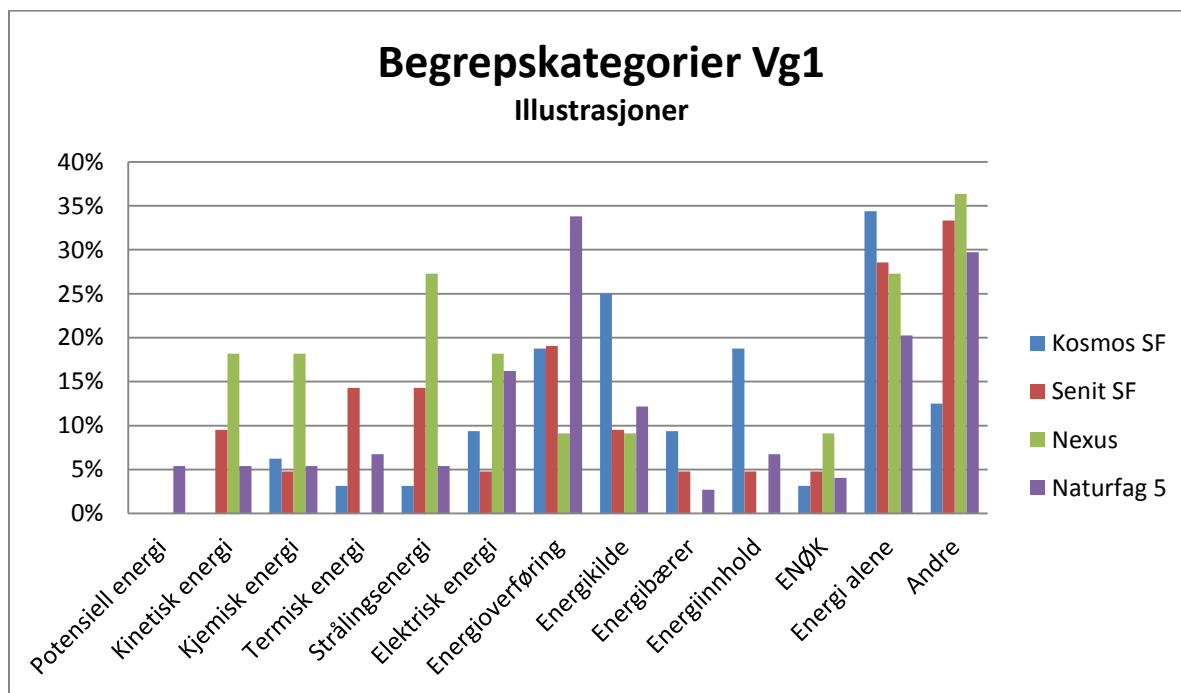
Figur 4.3.4 viser at den største andelen av illustrasjoner som brukte ordet energi, var innenfor fagkategorien *fysikk* med ca. 35 %. *Biologi* og *naturfag* utgjorde de to andre betydelige bidragene med ca. 20 % for begge. *Kjemi*-kategorien hadde i underkant av 15 %. De resterende fagkategoriene hadde litt varierende andeler. Fordelingen for illustrasjonene var i stor grad sammenfallende med hvordan forekomsten i *avsnittene* (se figur 4.3.1) fordelte seg på fagkategoriene. *Kjemi* var den kategorien hvor avviket var størst. Energi ble i mindre grad nevnt i illustrasjoner i den fagkategorien.

Illustrasjoner tilknyttet hovedområdet *energi for framtiden* utgjorde helt klart den største andelen av illustrasjonene som nevnte energi i figurteksten eller selve illustrasjonen. Figur 4.3.5 på neste side, viser at *stråling og radioaktivitet*, og *ernæring og helse* også utgjorde en betydelig andel. *Bærekraftig utvikling* hadde i de fleste lærebøkene svært få illustrasjoner med energi tilknyttet seg. Denne fordelingen i hovedområder, likner den tilsvarende fordelingen for *avsnittene*. (se figur 4.3.1)



**Figur 4.3.5: Illustrasjonenes fordeling i hovedområder for læreverkenes på Vg1.**

Figur 4.3.6 på viser fordelingen i hvilke begrepskategorier illustrasjonene ble registrert. De tre kategoriene som jevnt over hadde de høyeste søylene var *energioverføring*, *energi alene* og *andre*. Det var store variasjoner mellom læreverkenes i hvilke begrepskategorier som hadde store andeler av illustrasjonene. Antallet begrepskoder per illustrasjon, totalt i lærebøkene var ca. 1,5. Dette tallet var betydelig lavere enn begrepskategorier per avsnitt, som var ca. 2,3. Det forklarer at prosentandelene for på figur 4.3.6 er lavere enn i figur 4.3.3.



**Figur 4.3.6: Illustrasjonenes fordeling i begrepskategorier for læreverkenes på Vg1.**

## 4.4 Oppsummering av resultater

Et av målene for oppgaven var å kartlegge bruken av energibegrepet i norske lærebøker i naturfag. Den grundige gjennomgangen over beskriver flere aspekter ved bruken av energibegrepet. Resultatene er interessante i seg selv, og kan danne basis for diskusjoner rundt energibegrepet. Derfor er de viktige for diskusjonen i neste kapittel. Det er lite poeng å diskutere resultatene alene, de taler godt for seg selv. Basert på resultatene fra undersøkelsen kan bruken av energibegrepet i norske lærebøker i naturfag oppsummeres slik:

Generelt:

- Begrepet energi omtales i ulik grad i læreverk på 5.-7. årstrinn, 8.-10. årstrinn og Vg1. Ordet energi brukes oftere i lærebøker for eldre elever enn i bøkene på de lavere årstrinnene.
- Læreverkene som dekker de samme årstrinnene, bruker begrepet energi ganske likt. Andelen innenfor de forskjellige vitenskapsfagene og hovedområdene er stort sett den samme, og det er stort sett de samme sidene ved energibegrepet som vektlegges i læreverkene.

Fagkategorier:

- Fagstoff knyttet til *fysikk* bruker energibegrepet vesentlig oftere enn fagstoff knyttet til andre vitenskapsfag. Fra 35 % (Vg1) til 45 % (5.-10. årstrinn) av avsnittene kan kategoriseres som fysikk.
- Innenfor *kjemi* blir energi omtalt i økende grad fra 5.-7. årstrinn (5 %) til Vg1 (15 %). Det er først på Vg1 at begrepet energi benyttes i mye av fagstoffet som omhandler kjemi-temaer.
- Fagstoff knyttet til *biologi* som omhandler energi, utgjør omtrent like stor del på alle årstrinn. Mellom 15 og 20 % av avsnittene hvor energi nevnes er tilknyttet biologi-relaterte emner.
- En andel på ca. 15 til 20 % av bruken av begrepet energi, kan ikke sies å tilhøre et bestemt vitenskapsfag og kan kategoriseres som *naturfag*.

Hovedområder:

- Bruken av energibegrepet i naturfagslærebøker er størst i sammenheng med hovedområdet *fenomener og stoffer* på 5.-10. årstrinn. Når lærestoff tilknyttet de andre hovedområdene behandles, omtales energi i liten grad. På Vg1 omtales energi innenfor flere hovedområder, men det er *energi for framtiden* som utgjør den klart største andelen.
- Læreplanmål som eksplisitt nevner ordet energi har tydelig innvirkning på bruken av energibegrepet i lærebøkene. Når temaene behandles i lærebøkene, nevnes ofte ordet energi.
- En stor del av forekomsten er knyttet til læreplanmål og hovedområder som ikke nevner energi eksplisitt. Da er energi et sentralt begrep, selv om det ikke nevnes i kompetansemålene.



#### Begrepskategorier:

- De forskjellige sidene ved energibegrepet vektlegges ikke like mye når lærebøker i naturfag bruker begrepet energi. Det er også store forskjeller i hvilke aspekter det fokuseres på innenfor *fysikk*, *kjemi*, *biologi* og *naturfag*. De tre eneste måtene å omtale energi på som blir brukt ofte, uansett sammenheng, er uttryksmåter som kan kategoriseres under *energioverføring*, *energikilde* og *energiinnhold*.
- I ca. 50 % av tilfellene hvor energi blir omtalt i lærebøker, uansett årstrinn, ble avsnittene kategorisert som *energi alene*. Da knyttes det ikke direkte til en bestemt form for energi.
- Forskjellige former for energi nevnes først og fremst i fagstoff knyttet til *fysikk*. Innenfor *kjemi* nevnes det noen ganger bestemte former for energi, mens energibegrepet innenfor *biologi* svært sjeldent knyttes til energiformer.

#### Illustrasjoner:

- Bruken av illustrasjoner tilknyttet begrepet energi varierer mye i lærebøker i naturfag. Noen læreverk har mange illustrasjoner som på en eller annen måte omhandler energi, mens andre bare har noen veldig få illustrasjoner som nevner energi.
- Illustrasjoner knyttes nesten utelukkende til energibegrepet når tekstene i nærheten også omhandler energi.

## 5 Diskusjon

I denne delen vil noen av resultatene fra undersøkelsen diskuteres. Først vil det bli gjort en kort vurdering av lærebøkernes bruk av energibegrepet generelt, basert på resultatene fra undersøkelsen. Deretter beskrives to måter å introdusere energibegrepet på. Så vurderes mulige konsekvenser for elevers forståelse av begrepet energi. De to siste delene av kapittelet gjøres det noen refleksjoner om lærebøkernes rolle i forhold til misoppfatninger om kjemisk energi. Diskusjonene gjøres i lys av teori som ble redegjort i kapittel 2.

Læring er, som nevnt i del 2.2, en kompleks prosess hvor mange faktorer spiller inn. Det er derfor umulig å trekke bastante konklusjoner for følgene av ulike måter å omtale energibegrepet. Likevel går det an å gjøre noen velbegrunnede refleksjoner, og på bakgrunn av det si noe om *mulige* følger av lærebøkernes måte å bruke begrepet energi. Vurderingene under må derfor leses som refleksjoner rundt energibegrepet i norske lærebøker.

### 5.1 Generelt om energibegrepet i lærebøker

Undersøkelsen viste at energi er et viktig begrep i naturfag, og det blir viktigere og viktigere etter hvert som elevene blir eldre. Til tross for at det er et begrep som i dagligtalen brukes i mange ulike sammenhenger, omtales energi nesten bare i sammenhenger hvor det er et viktig begrep. Det er tydelig at lærebokforfatterne er påpasselige med hvilke sammenhenger energi omtales. I mange av kapitlene i lærebøkene nevnes ikke ordet energi i det hele tatt. På Vg1 omhandlet ca. 30 % av avsnittene energi, likevel ble det kun funnet et eneste avsnitt i bioteknologi-kapitlene. Det var også andre hovedområder hvor energibegrepet nesten ikke nevnes i det hele tatt.

Det finnes et og annet eksempel på at energi nevnes i forbindelser hvor begrepet tillegges en litt annen betydning enn den naturvitenskapelige. For eksempel i sammenheng med rusmidler (Eureka! 10, s.162) og alternativ medisin (Tellus 10, s.191). Det uansett er en ubetydelig andel i den totale forekomsten, og elever skjønner sannsynligvis at det ikke er «vanlig energi» det er snakk om.

### 5.2 Energibegrepet introduseres

Elevenes første «skikkelige» møte energibegrepet i skolesammenheng skjer på 5.-7. årstrinn. Det er likevel stor sannsynlighet for at noen elever har hørt ordet energi fra før, enten i eller utenfor skolen. Da kan de ha dannet seg en forståelse av begrepet, som de tar med seg når de møter begrepet for første gang. For andre elever er kanskje energi helt ukjent. Uansett vil introduksjonen av begrepet energi i lærebøkene være viktig for hvilken grunnforståelse elevene får av begrepet. Elever vil selvsagt fortsette å konstruere sin egen forståelse, også etter dette første møtet med energibegrepet. Måten energi omtales i lærebøkene senere vil definitivt være med på å forme forståelsen, men dette først møtet danner grunnlaget for forståelsen, og kan derfor være spesielt viktig.

Læreverkene på 5.-7. trinn introduserer energibegrepet på ganske forskjellige måter. Fordi dette er første møte med begrepet i naturfagsbøker, er det interessant å se at læreverkene velger forskjellig måte å introdusere energi. To av læreverkene, *Gaia* og *Globus* bruker begrepet energi flere ganger før de går grundig inn på hva energi er. Læreverket *Yggdrasil* gir en definisjon av energi allerede i den første sammenhengen der begrepet brukes. Den andre forskjellen som ble funnet er at *Yggdrasil* og *Globus* har en kort og tydelig definisjon av begrepet, mens *Gaia* ikke har det. En grunn til at dette første møtet med energi beskrives så grundig, er at det på mange måter gjenspeiler to måter å forholde seg til dette problematiske begrepet som går igjen i store deler av naturfaget. *Gaia* og *Yggdrasil* brukes som eksempler for å illustrere de to ytterpunktene.

*Yggdrasil* gir en klar definisjon av hva energi er, og det blir gjort i det første avsnittet hvor energi omtales i læreverket. Først kobles energi til bevegelse, stilling og varme, som elevene helt sikkert har erfaring med fra før. Energiformene stillingsenergi, bevegelsesenergi og varmeenergi introduseres samtidig. Det nevnes også at energi kan gå fra en form til en annen. Til slutt i avsnittet defineres energi:

*Energi er det som får noe til å skje (Yggdrasil 5, s.70).*

Energi blir tillagt et bestemt meningsinnhold allerede fra starten av, og læreverket styrer i stor grad hvilke assosiasjoner eleven får til begrepet. Måten energibegrepet introduseres på i *Yggdrasil*, har en konkret tilnærming til energibegrepet.

*Gaia* gir ingen klar definisjon av hva energi er. Ordet energi brukes i flere sammenhenger i læreverket før begrepet forklares grundig. Energi omtales i forbindelse med kjemisk reaksjoner, energi i mat og at kroppen trenger energi. Hvilke assosiasjoner elevene får til energibegrepet er i liten grad styrt av læreverket.

*Cellene i kroppen forvandler næringsstoffene i maten til livsviktig energi.(...) Når cellene forvandler næring til energi, lager de stoffet karbondioksid (Gaia 5, s.53).*

Energi kobles riktignok til mat og noe kroppen trenger, men assosiasjonene er vage. Elevene har derfor mulighet til å danne sine egne assosiasjoner til begrepet. I tillegg er det ikke energi som står i sentrum i disse første avsnittene, det er bare et begrep som brukes. Når energi først forklares grundig, tas mange av de samme momentene med som i *Yggdrasil*. Forskjellige former for energi nevnes, og energi kobles til arbeid. Det er imidlertid en viktig forskjell, det gis ingen definisjon av hva energi er. Spørsmålet «men hva er egentlig energi?» (Gaia 6, s.26) stilles, men besvares ikke. En kan bare spekulere i hva elever ville svart på spørsmålet, men det er lite sannsynlig at det ville vært «energi er det som får noe til å skje», med mindre læreren forklarer det slik. I *Gaia* blir energi introdusert som «noe» som har med kjemiske reaksjoner, mat, varme, bevegelse og elektrisitet å gjøre. Fremstillingen av energibegrepet i dette læreverket har derfor en mer abstrakt tilnærming til energibegrepet.

Det blir feil å karakterisere måtene å introdusere begrepet på som enten abstrakt eller konkret. Begge sider ved energibegrepet ivaretas i større eller mindre grad i begge fremgangsmåtene. Likevel kan *Gaia* og *Yggdrasil* illustrere at en side ivaretas mer enn den andre. I neste del gjøres det noen refleksjoner rundt disse to måtene å tilnærme seg begrepet energi.

### 5.3 Konkret og abstrakt tilnærming til energibegrepet

I teoridelen ble det lagt vekt på at begrepet energi har to sider. På den ene siden er det abstrakt og lite intuitivt. Etter hvert som man lærer mer om energi, blir det tydeligere og tydeligere at man faktisk ikke, filosofisk sett, vet hva energi *er*. På den andre siden kan energibegrepet oppleves ganske intuitivt og konkret, fordi det er noe alle har erfaring med (Angell et al., 2011a). Denne dualiteten er en viktig del av forståelsen av begrepet energi, men den representerer også spenningen som lærebokforfattere og lærere må forholde seg til. Funnene i undersøkelsen viser at både det abstrakte og det konkrete aspektet ved energibegrepet ivaretas i lærebøker i naturfag på alle trinn.

Energibegrepet konkretiseres når ulike former for energi nevnes. Da knyttes energi eksplisitt til konkrete ting elever har erfaring med, for eksempel bevegelse, varme, elektrisk strøm og stråling. Noen vil kanskje innvende at å gruppere energi inn i ulike former for energi gjør begrepet mer abstrakt, men jeg vil hevde at det er motsatt. Ved å gruppere det abstrakte begrepet inn i disse formene for energi, assosieres det med konkrete situasjoner eller ting elever har erfaring med. I følge Hannisdal & Ringnes (2011) er assosiasjonene viktige for å gi begrepet mening. Konkretisering av begrepet, ved å omtale bestemte former for energi, kan være en fruktbar assosiasjon. Særlig yngre elever vil kunne ha nytte av at energibegrepet konkretiseres.

Bruken av illustrasjoner varierer mye i læreverkene, men felles for dem alle er at energi stort sett bare nevnes i figurteksten. Egen erfaring tilsier at elever ikke alltid leser slike, men stort sett bare ser på illustrasjonene. For illustrasjonene der energi kun nevnes i figurteksten, går dermed eleven glipp av koblingen til energibegrepet. Illustrasjoner kan være en god måte å konkretisere energibegrepet, derfor er det synd at energi ikke brukes mer aktivt i dem.

I over 50 % av avsnittene hvor energi nevnes, blir ordet omtalt som et abstrakt begrep. Forekomsten i kategorien *energi alene* er et bevis på dette. I tillegg brukes energi mange ganger i sammensatte ord i kategorien *andre*, hvor forekomsten helt klart også må karakteriseres som abstrakt. Når energi omtales som noe som overføres (kategorien *energioverføring*), er også i mange tilfeller bruken av begrepet abstrakt. Det er ikke alltid mulig å si at bruken er enten abstrakt eller konkret, derfor var det heller ikke mulig å registrere dette entydig. I en del tilfeller blir energibegrepet brukt både abstrakt og konkret i samme avsnitt. Svært ofte, særlig innenfor *kjemi*, *biologi* og *naturfag*, er bruken i mange av avsnittene kun av abstrakt karakter (se beskrivelser i del 4.1.1, 4.2.1 og 4.3.1).

De to innfallsvinklene *Gaia* og *Yggdrasil* bruker for å forklare energibegrepet, illustrerer to måter å omtale energi på. Det interessante er at disse i stor grad går igjen i alle lærebøkene. I samtlige læreverke som ble analysert brukes energibegrepet både abstrakt og konkret. Undersøkelsen skilte ikke entydig mellom abstrakt og konkret tilnærming. Den høye forekomsten innenfor *energi alene*, samt lite bruk av bestemte former for energi utenom *fysikk*, indikerer likevel at energi i stor grad blir brukt som et abstrakt begrep.

Når energibegrepet brukes abstrakt, tillegges det ikke noe bestemt meningsinnhold. Det forventes at eleven har en forståelse av begrepet og anvender denne forståelsen. I de

aller fleste læreverkene blir ikke leseren minnet på hva energi er, etter det har blitt forklart grundig. Dette samsvarer med et av funnene Stern & Roseman (2004) fant i sin analyse av amerikanske lærebøker. De var kritiske til at lærebøkene ikke koblet sammen nye temaer med tidligere kunnskap. (Et unntak i min analyse er *Trigger*, som bruker små «bokser» for å minne eleven på hva en del grunnleggende begreper betyr.) På Vg1, og til en viss grad 8.-10. trinn, er det rimelig å forvente at elevene begynner å få en god forståelse av begrepet energi. På 5.-7. trinn vil jeg påstå at det ikke kan forventes. Det kunne forventes at det først og fremst er på Vg1 at energibegrepet omtales abstrakt, og at det i liten grad blir omtalt slik på 5.-7.trinn. Resultatene fra undersøkelsen som ble gjort, viser imidlertid at prosentandelen hvor energibegrepet omtales abstrakt, er like stor på alle trinn. Selvsagt omtales det abstrakt flere ganger totalt sett på Vg1, men det er litt overraskende at bruken av energi som abstrakt begrep er så utbredt på de lavere trinnene. Her er et eksempel:

*Hva er egentlig maskiner? Hva er felles for dem, og hvordan virker de? En maskin er rett og slett noe som overfører energi fra ett sted til et annet. (Globus 7, s.138).*

Når begrepet energi brukes abstrakt, som i eksempelet over, er det ikke sikkert at elevers forståelse er så god at de klarer å gi begrepet mening. Det kan være nødvendig å konkretisere energibegrepet, for så å gå over til en mer abstrakt bruk. Å veksle mellom konkret tilnærming og abstrakt bruk av begrepet, kan medføre at elevene blir forvirret dersom det ikke gjøres oppmerksom på overgangen. Særlig gjelder dette på lavere trinn, men også helt opp på Vg1 kan det være elever som har problemer med energibegrepet. Slik bruk av begrepet energi kan absolutt være en mulig grunn til at elever får misoppfatninger rundt om energibegrepet. Ayyildiz & Tarhan (2012) fant at manglende forståelse av begrepet energi finnes helt opp på alderstrinn som tilsvarer Vg1 eller høyere. Deres forskning slår fast at god forståelse av grunnleggende begreper er en viktig faktor for å unngå at elever får misoppfatninger om mer avanserte begreper, deriblant kjemisk energi. Det kan derfor være fruktbart med en kort repetisjon av energibegrepet når det er viktig for forståelsen av det som presenteres.

En konkret tilnærming til energibegrepet kan også ha noen negative sider. Først og fremst er begrepet i sin natur et abstrakt begrep. Derfor er det viktig at elever også forstår det aspektet ved energi. Dersom energi kun brukes i forbindelse med konkrete ting, vil begrepet kun assosieres med det. I følge Angell et al. (2011a) kan mange elever forstå varme som et stoff som flyter fra et objekt til et annet. Det kan fort videreutvikles til en forståelse av energi som et stoff. En ensidig bruk av energi som noe konkret, må derfor også unngås. Stokke (1996) dokumenterte at norske elever forstår kjemisk energi som noe som knyttes til en bestemt forbindelse, ikke til flere stoffer i en reaksjon. En slik forståelse kan også ha opphav i en konkret tilnærming til energibegrepet, fordi en ofte snakker om energiinnhold i mat eller andre forbindelser. Den måten å omtale energi på diskuteres mer inngående senere (del 5.6).

## 5.4 Fysikk definerer energi, kjemi og biologi bruker bare begrepet

Ut fra resultatene i undersøkelsen er det helt klart at fagstoff innenfor *fysikk* dominerer i bruken av energibegrepet, og på mange måter definerer hva energi er. Det er tre grunner til å hevde det:

- *Fysikk* har, i alle læreverkene, den største andelen av avsnittene som omhandler energi.
- *Fysikk*-avsnittene omhandler mange forskjellige sider ved energibegrepet, og ordet energi benyttes flere ganger i hvert avsnitt enn innenfor noen av de kategoriene.
- En grundig forklaring og/eller definisjon av begrepet energi, gjøres i fagstoff som tilhører *fysikk*.

Disse funnene var ventet ut fra den sentrale rollen energi har innenfor vitenskapsfaget fysikk. Ut fra hvordan fagkategoriene ble definert, kan det nesten sees på som en selvoppfyllende profeti. Men resultatene tallfester det man ellers bare kunne anta at var tilfelle. Det er nesten rart at fysikk ikke har en større andel av «energiavsnittene», særlig om en ser det i sammenheng med resultatene til Østby (2010). I følge henne er om lag halvparten av fagstoffet på Vg1 tilknyttet fysikk i større eller mindre grad. En del av det som ble karakterisert som fysikk av Østby, ble nok kategorisert som *kjemi* eller *naturfag* i min undersøkelse. I tillegg ble det i min undersøkelse kun registrert de delene av lærebøkene som omtalte begrepet energi. Derfor kan ikke mine resultater sammenlignes direkte med resultatene hennes.

Det er naturlig at *fysikk* dominerer bruken av energibegrepet, og da er det også rimelig at energi i stor grad defineres innenfor det fagfeltet. Energi er et begrep som omfatter mer enn fotosyntese, celleånding, næringsstoffer og kjemiske reaksjoner, som er de sammenhengene der energi hovedsakelig brukes innenfor *biologi* og *kjemi*. Stort sett forklares energibegrepet innenfor *fysikk* på en slik måte at det er ikke i konflikt med slik det omtales innenfor andre deler av naturfagsbøkene. Samtidig gjøres det heller ikke noe forsøk på å definere eller forklare hva energi er innenfor fagstoff knyttet til *kjemi*, *biologi* og *naturfag*. Der brukes bare begrepet, og det forutsettes at elevene har en forståelse av hva energi er. Det kan oppfattes som at energi er et «fysikk-begrep» som kun benyttes til å *forklare* en del fenomener i de delene av lærebøkene som er tilknyttet andre vitenskapsfag.

Problemet er at det innenfor *fysikk* i liten grad fokuseres på den formen for energi som kanskje er viktigst innenfor *kjemi* og *biologi*, nemlig kjemisk energi. I store deler av fagstoffet som omhandler energi knyttet til de to kategoriene, er det den energiformen som omtales. Likevel påpekes det sjelden at det er kjemisk energi det er snakk om (jfr. resultater i del 4.1.3, 4.2.3 & 4.3.3). Energi brukes stort sett som et abstrakt begrep innenfor *kjemi*, *biologi* og tverrfaglig lærestoff. Verken *kjemi*- eller *biologi*-delene av lærebøkene forklarer hva kjemisk energi er. Dette medfører at det forklares innenfor *fysikk*, som kan gi noen uheldige konsekvenser.

## 5.5 Når kjemisk energi blir til indre stillingsenergi

I nesten alle læreverkene på 8.-10. trinn og Vg1 blir det forklart at det egentlig finnes bare to former for energi, stillingsenergi og bevegelsesenergi (eller potensiell energi og kinetisk energi). Dette gjøres som regel i *fysikk*-avsnitt, og kjemisk energi blir forklart som en form for stillingsenergi. I beskrivelsen av ulike former for energi i del 2.1.1 ble kjemisk energi også sammenlignet med potensiell energi. Det er en forskjell i energinivå mellom reaktantene og produktene. Derfor er det ikke feil å karakterisere kjemisk energi som en form for potensiell energi. Det kan allikevel være en uheldig måte å fremstille begrepet, men det er ikke nødvendigvis åpenbart hvorfor. For å illustrere hvor galt det kan gå når energi fremstilles som stillingsenergi brukes dette eksempelet:

*Kjemisk energi er indre stillingsenergi, altså potensiell energi. Den blir avgitt når de kjemiske bindingene mellom atomene eller ionene brytes (Kosmos SF, s.95).*

Det er **feil** at energi blir avgitt når kjemiske bindinger brytes. Energien frigjøres når nye bindinger dannes. Basert på Mostads (2012) beskrivelse av kjemiske bindinger kan det kort forklares slik (s.13): To atomer som nærmer seg hverandre vil bli påvirket av både tiltrekkende og frastøtende krefter. Innledningsvis dominerer de tiltrekkende kreftene, og systemet (de to atomene) utfører et arbeid. Dermed frigjøres det energi. Til slutt vil atomene være i en avstand der de frastøtende og de tiltrekkende kreftene er like store, og systemet er stabilt. For å trekke atomene fra hverandre, og dermed bryte bindingen, må det tilføres energi. Det skal like mye energi til for å bryte bindingen, som det frigjøres når bindingen dannes. *Kosmos SF* er dessverre ikke det eneste læreverket som hevder at energi frigjøres når kjemiske bindingene brytes.

*I kjemiske forbindelser er det elektriske krefter mellom atomene eller ionene. Slik kan kjemisk energi betraktes som indre potensiell energi som kan gjøre et arbeid når de kjemiske bindingene brytes. (Senit SF, s.232).*

*Vi har lært at elektriske krefter holder sammen atomene i et stoff, og at det er lagret energi i bindingene. Denne energien kalles kjemisk energi. I kjemiske reaksjoner brytes bindinger. Da kan energien som er lagret i dem, frigjøres. (Eureka! 10, s.196).*

*I alle molekyler holdes atomene sammen av kjemisk bindinger, og i hver eneste binding er det lagret kjemisk energi. Når du fordøyer maten, brytes bindingene og energien frigjøres. (Nexus, s.129).*

Knain (2002) fant at «pugging» var en av de strategiene elever oftest benytter på naturfagbøker. Forklaringer som gir en kort og enkel forklaring på et begrep, som eksemplene over, er «godt egnet» for elever når de ønsker å «pugge» lærestoffet. Da er virkelig urovekkende at det i så mange læreverker gis forklaringer som kan direkte eller indirekte sier *at energi frigjøres når bindinger brytes*. Både forskningen til Boo (1998) og Ayyildiz & Tarhan (2012) dokumenterte at elever har misoppfatningen at energi frigjøres når kjemiske bindinger brytes. Etter å ha lest forklaringene over, er det all mulig grunn til å tro at misoppfatningen finnes også hos norske elever. Et mulig opphav til denne forståelsen, kan være at kjemisk energi fremstilles som en form for stillingsenergi.

*Bensin og mat inneholder stillingsenergi, i likhet med en spent strikk, bustreng eller musefelle. (Trigger 8, s.125).*

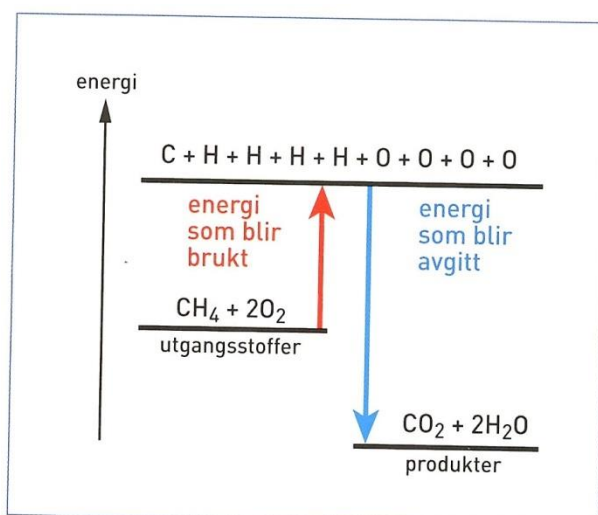
*Energien i en strikk er en form for stillingsenergi, fordi strikken er tvinnnet opp i en spesiell stilling som gjør at den kan få en propell til å gå rundt når strikken slippes. Energien i en fjære er også en form for stillingsenergi. Det samme gjelder kjemisk energi: I fjor lærte du at atomene i et stoff holdes sammen av ulike bindinger. Vi kan sammenligne bindingene med en strikk som holder noe sammen. Energien i molekylene er altså en form for stillingsenergi. (Tellus 10, s.82-83).*

*Atomene i molekyler henger sammen på grunn av kjemiske bindinger. Vi kan sammenligne bindingene med en stram strikk eller en spent fjær som holder noe sammen. Molekylene har en form for stillingsenergi. (Natur og Univers 3, s.228).*

Selv om kjemisk energi ikke nevnes eksplisitt her, er det ingen tvil om at det er den formen for energi det er snakk om. Sammenhengen mellom energi og kjemiske bindinger blir i eksemplene over forklart med å bruke en strikk eller fjær som en sammenligning. Denne kan kalles for «stram strikk/spent fjær»-modellen. Problemet er at modellen ikke forklares grundig i lærebøkene, og begrensningene til modellen nevnes ikke. Derfor tror jeg mange elever og lærere misforstår den. I de nevnte lærebøkene forklares det at det er bindingene som holder atomene sammen i et molekyl, og at molekylet har stillingsenergi. Det kan få elever til å tro at atomene egentlig ikke «ønsker» å være så nær hverandre, men blir «tvunget» sammen på grunn av bindingene. Hva skjer da dersom bindingene brytes eller strikken ryker? Atomene spretter fra hverandre som to ballonger som var klemte sammen, og stillingsenergien frigjøres. Med en slik forståelse er det nærliggende å tro at energi frigjøres når kjemiske bindinger brytes.

I «Stram strikk/spent fjær»-modellen er nok strikken eller fjæra ment for å illustrere de tiltrekkende kreftene som er mellom to atomer, som er grunnen til at bindingene dannes i utgangspunktet. (Se forklaringen av kjemiske bindinger på forrige side). Det største problemet er at modellen sannsynligvis forvirrer elevene mer enn den oppklarer. I tillegg er modellen vanskelig å overføre til en forklaring om kjemiske reaksjoner. Strikker og fjær trekker med større og større krefter jo mer de blir strukket, mens tiltrekningskreftene mellom atomer er mindre når de er langt fra hverandre. «Stram strikk/spent fjær»-modellen er et forsøk på å forklare kjemisk energi på *mikronivå*. Det er mulig å gi en god forklaring av energi og kjemiske bindinger på mikronivå. Det gjøres både i *Eureka! 10* (under) og *Naturfag 5* (s.317). Eksempelet under er en god forklaring av forbrenningsreaksjoner og energi. Figur 5.5.1 viser også hvilket nyttig verktøy illustrasjoner kan være.





Figur 5.5.1: Energidiagram for forbrenningsreaksjon (Eureka! 10, s.117).

*Energi blir tilført og brukt til å rive C-,H- og O-atomene fra hverandre slik det er vist med den røde pilen. Når atomene går sammen igjen og danner nye molekyler, blir det avgitt energi. Det er vist med den blå pilen. Den blå pilen (avgitt energi) er lengre enn den røde pilen (tilført energi). I praksis betyr det at det avgis energi i reaksjonen. Den kjemiske energien som er «til overs», blir avgitt som lys- eller varmeenergi, eller den kan brukes til å drive en motor. (Eureka! 10, s.116).*

På Vg1 kan det være fornuftig med en slik forklaring, men på lavere årstrinn er det som regel tilstrekkelig å forklare kjemisk energi på *makronivå*. Det er ikke nødvendig å karakterisere det som stillingsenergi, for da må forklaringen ned på *mikronivå*. Dersom kjemisk energi heller forklares som *den energien som frigjøres eller tas opp i en kjemisk reaksjon*, er forklaringen på makronivå. En slik forklaring er tilstrekkelig for det kunnskapsnivået elevene er på, og det er mindre fare for at elevene får misoppfatninger om kjemisk energi. Det anbefales derfor å **ikke** karakterisere kjemisk energi som en form for stillingsenergi. Ikke fordi det er *feil*, men fordi det kan være en uheldig måte å forklare kjemisk energi, som kan medføre misoppfatninger.

## 5.6 Energiinnhold og energirike forbindelser

Resultatene fra undersøkelsen viste at rundt 20 % av avsnittene omtalte energibegrepet på en slik måte at det ble kategorisert i begrepskategorien *energiinnhold*. (Se figur 4.1.3, 4.2.3 og 4.2.3). Andelen var omtrent lik på alle årstrinn. Indikatorene som ble brukt i kategorien energiinnhold var: «Energiinnhold», «inneholder energi», «energien i \_\_», «energirik» og «energifattig (se del 3.2.4). Alle disse uttrykker på en eller annen måte at energien er i en eller annen ting. På 5.-7. årstrinn blir kun de tre første uttrykksmåtene brukt i lærebøkene. Ordene «energirik» og «energifattig» brukes hovedsakelig på Vg1. Ofte nevnes det ikke en bestemt energiform i avsnittene i kategorien energiinnhold. Som regel er det likevel mulig å skjønne hvilken form for energi det er snakk om ut fra sammenhengen der energibegrepet brukes. Innenfor *biologi* og *kjemi* er det stort sett snakk om kjemisk energi, mens det i *fysikk* kan være snakk om en del forskjellige former. Eksempler kan være energi i: «solstråler», «mat» og «lyd» (Tellus 10, s.81).

Energi må ikke bli forstått som noe som er *inne i* tingene som nevnes over. Det er vanskelig å se for seg at noe kan være inne i solstråler eller lyd. Imidlertid er det mulig å se for seg at energien er inne i maten. Når maten forbrennes, frigjøres det energi som kan brukes til ulike formål. Maten «forsvinner» når den forbrennes, derfor er kjemisk energi spesielt utsatt for en forståelse om at den er inne i maten. Når det er snakk om «energiinnhold» eller «energien i et brennstoff», er det egentlig energien man får ut av en forbrenningsreaksjon som omtales. Likevel er det uttrykksmåter som er svært utbredt, sannsynligvis fordi det er slik det blir omtalt i dagligtalen. Da er det underforstått at man snakker om energien fra reaksjonen med oksygen.

*Når brennstoffet og oksygenet reagerer med hverandre, slipper de fra seg mye energi. Denne energien er varmen du kjenner (Gaia 5, s.72).*

*Energien som frigjøres når næringsstoffene forbrennes i cellene, måler vi i kilojoule (Yggdrasil 7, s.48).*

Elever lærer om forbrenningsreaksjoner både på 5.-7.årstrinn og 8.-10.årstrinn, og lærer at energi frigjøres i slike reaksjoner. I de to eksemplene over forklares forbrenning uten å omtale *energiinnhold* eller *energien i* noe. Imidlertid omtales energiinnhold i mat eller brennstoff i mange andre sammenhenger i lærebøker, spesielt på 8.-10. trinn og Vg1. Da kan det oppfattes som at det er de forbindelsene som inneholder energi, og at oksygen bare er nødvendig for at reaksjonen skal skje. En slik forståelse av energi fant Stokke (1996) hos over 50 % av norske elever på 8.årstrinn. I spørsmål om forbrenning, svarte elevene at energi var noe som var forbundet med mat og bensin. Svært få svarte at energien ble frigjort på grunn av reaksjonen med oksygen. I lærebøker på 8.-10. årstrinn finnes det beskrivelser som kan være en grunn til at elever, også i dag får slik forståelse.

*Energien i bilbensin blir frigjort når bensinen forbrenner i motoren.(...)  
Celleåndingen frigjør energien i glukose. (Tellus 10, s.16).*

*Karbohydrater er energirike molekyler som alle levende organismer bruker til å skaffe seg energi, eller til å lagre energi. (Trigger 9, s.301).*

Energien blir her knyttet spesifikt til bensin, glukose og karbohydrater. På den måten konkretiseres energibegrepet ved at det forbindes med brennstoff, istedenfor den litt mer abstrakte prosessen *forbrenning*. Fra beskrivelsene over er det mulig å trekke konklusjonen at oksygenet ikke er viktig for energiutbyttet. Hvordan kan det da komme energi ut fra forbrenningsreaksjoner? Svaret på det, i følge noen av lærebøkene, er at energien er lagret i bindingene.

*I hydrogengassmolekyler ( $H_2$ ) er det energirike kjemiske bindinger, og i hydrogengass er det derfor lagret mye kjemisk energi. Forbrenning av hydrogengass ved reaksjon med oksyngengass frigir denne energien. (Kosmos SF, 114).*

*I en elektrolyse bruker vi elektrisk energi til å sette i gang ikke-spontane kjemiske reaksjoner. Energien lagres som kjemisk energi i bindingene til stoffene som dannes. (Nexus, s.71).*

Beskrivelsene av kjemisk energi i disse to lærebøkene, stemmer urovekkende godt med forklaringene i forrige del, at *energi frigjøres når kjemiske bindinger brytes*. Det er

naturlig å tenke seg at energien er lagret i selve bindingen, så lenge det ikke presiseres at det ikke er tilfelle. Å omtale stoffer som energirike eller at noe inneholder energi, kan være en grunn til den nevnte misoppfatningen som Boo (1998) og Ayyildiz & Tarhan (2012) fant hos så mange elever.

Det er stor forskjell på å omtale energiinnholdet til mat og bensin, og å si at energi frigjøres når kjemiske bindinger brytes. Over ble det skissert en gradvis overgang fra å omtale forbrenning på en fornuftig og god måte, via energiinnhold og energirike forbindelser, til å forklare det som energirike bindinger. Problemet er at det ikke er lett å avgjøre når det går galt:

- Det er definitivt *feil* å si at energi frigjøres når bindinger brytes.
- Det er *svært misvisende* å si at energi lagres i kjemiske bindinger. Likevel har forklaringen noe for seg. Det er hvordan stoffene er bundet sammen, som avgjør energiutbyttet av reaksjonene.
- Å omtale mat som en energirik forbindelse, er en *uheldig fremstilling*. Energien kommer fra reaksjonen med oksygen. (Dersom mat er energirik, må i så fall også oksyngengass omtales som energirik).
- Energiinnholdet i mat er en *grei* uttrykksmåte, så lenge det er underforstått at det er utbyttet av forbrenningsreaksjonen det er snakk om. Imidlertid er det ikke sikkert alle elever kobler det til forbrenning, hvis det ikke gjøres eksplisitt i boka.

Et annet problem er at de to nederste punktene viser til dagligdagse måter å uttrykke seg på som er svært innarbeidet i det norske språk. Det ville oppleves som hemmende for språket i lærebøkene å la være å bruke en så vanlig uttrykksmåte. Samtidig viser sitatene fra lærebøkene på 5.-7. årstrinn at det er fullt mulig å forklare forbrenning på en fornuftig måte. Energiinnhold bør forklares som *energien som frigjøres i forbrenningsreaksjonen* (eller en redoksreaksjon i tilfellet med batterier). Da kan energiinnhold være et meningsfullt begrep. Det er imidlertid viktig at lærere og lærebokforfattere er klar over at elever ikke nødvendigvis kobler sammen energiinnhold og forbrenningsreaksjoner av seg selv.

I forlengelsen av refleksjonene over, er det også mulig å sette spørsmålstegn ved omtale av *kull som en energikilde* og *hydrogen som en energibærer*. Når begge de to begrepene brukes, er det underforstått at energien kommer fra forbrenningsreaksjoner. Det er ikke mulig å hente energien rett fra en tank med hydrogengass, det er nødvendig at den reagerer med oksygen. Imidlertid er det fare for at elever får en forståelse av hydrogen som et stoff med energirike bindinger, tilsvarende eksempelet fra *Kosmos SF* på forrige side. Energikilde er et begrep som brukes ofte i dagligtalen, og både energikilde og energibærer nevnes i læreplanen i naturfag (Kunnskapsdepartementet, 2010). Derfor er undervisning i faget nødt til å bruke disse begrepene. Samtidig har både lærebokforfattere og lærere et ansvar for å gi elever mulighet til en god forståelse av hva som ligger i begrepene.

## 6 Konklusjon

Formålet med oppgaven var å finne ut hvordan norske lærebøker i naturfag bruker begrepet energi, og om lærebøkene kan være med på å danne misoppfatninger om kjemisk energi.

### 6.1 Bruken av energibegrepet i naturfagbøker

Analysen av lærebøkene i naturfag på 5.-10. årstrinn og Vg1, viste at energi er et viktig begrep på alle årstrinn. Det har imidlertid en mer sentral plass på det høyeste alderstrinnet, enn på de lavere. Energi omtales i mange ulike sammenhenger i lærebøker, men den største andelen finnes i fagstoff som tradisjonelt tilhører vitenskapsfaget *fysikk*. Begrepet energi blir også brukt i lærestoff innenfor *kjemi* og *biologi*. Også i temaer som er av tverrfaglig art, som miljø- og forbrukerspørsmål, brukes energibegrepet aktivt.

I norske lærebøker i naturfag behandles mange forskjellige sider ved energibegrepet. Det intuitive og konkrete ved energibegrepet ivaretas ved at ulike former for energi omtales. *Elektrisk energi* nevnes spesielt ofte, men også andre former for energi omtales. *Energioverføring* er et sentralt aspekt, som vektlegges i store deler av læreverkene når ordet energi brukes. *Energikilder* har også en viktig plass i naturfaget. I lærebøkene brukes begrepet energi som et abstrakt begrep som det forventes at elevene har forståelse av.

LK06 legger noen føringer for hvordan energibegrepet skal brukes i naturfaget (Kunnskapsdepartementet, 2010). Ordet energi nevnes i noen kompetansemål, og lærebøkens bruk av energibegrepet kan noen steder sees i direkte sammenheng læreplanmålene. Resultatene fra lærebokanalysen viser at bruken av energibegrepet ikke bare bestemmes av læreplanen. Mange av stedene hvor energi omtales er det ikke en tydelig kobling til et bestemt læreplanmål som nevner energi. Det viser at lærebokforfatterne i stor grad bruker energibegrepet i tråd med deres naturvitenskapelige tradisjon, og ikke styres bare av læreplanen.

### 6.2 Lærebøker som opphav til misoppfatninger

På bakgrunn av resultatene fra undersøkelsen, refleksjoner rundt bruken av energibegrepet, og lærebøkers fremstilling av kjemisk energi, må lærebøker sies å kunne være opphav til misoppfatninger om kjemisk energi. En direkte grunn er at det i flere lærebøker uttrykkes at *energi frigjøres når kjemiske bindinger brytes*. Det er en misoppfatning som har blitt dokumentert i flere studier. I tillegg omtales energibegrepet på flere måter i lærebøker som kan føre til misoppfatninger:

Energi er et komplisert begrep å forholde seg til. Det er et abstrakt begrep det er vanskelig å gi en definisjon til, som kan brukes i alle mulige sammenhenger. Samtidig er det et intuitivt begrep som kan knyttes til mange konkrete ting eller prosesser. Disse to sidene ved begrepet, den konkrete og den abstrakte, finnes begge representert i lærebøker i naturfag. Spesielt unge elever har problemer med abstrakte begreper, og vil

ha nytte av at energibegrepet konkretiseres. Etter hvert som elevene blir eldre, er det naturlig at de bedre håndterer å bruke abstrakte begreper. Noe overraskende brukes energi ofte som et abstrakt begrep også på 5.-7.årstrinn. En forklaring av hva energi er blir svært sjelden gitt, etter at energibegrepet har blitt forklart grundig første gang. Det kan medføre at elevers forståelse av det grunnleggende begrepet energi blir mangelfull. Illustrasjoner kan være et nyttig verktøy for forklaringer av energibegrepet. Resultatene fra undersøkelsen viste at energi i liten grad blir brukt som en del av illustrasjoner. Som regel nevnes energi kun i figurteksten.

- Det anbefales å repetere hva energi er, når det er et viktig begrep i forklaringer som gis etter at energi har blitt forklart grundig første gang.
- Konkretiseringer og illustrasjoner kan gjøre det lettere å få riktige assosiasjoner til energibegrepet.

Bruken av energibegrepet domineres på mange måter av *fysikk*. Energi omtales oftest innenfor det fagområdet, og det er også der begrepet defineres. Selv *kjemisk energi*, som er viktig både innenfor biologi og kjemi, blir oftest forklart i en «fysikk-kontekst». Det kan få den uheldige følgen at det brukes modeller for å beskrive kjemisk energi, som ikke passer i en «kjemi-kontekst». Slike modeller kan være svært uheldige for elevers forståelse. For eksempel «stram strikk/spent fjær»-modellen der kjemisk energi forklares som en form for stillingsenergi.

- Det anbefales å ikke forklare kjemisk energi som en form for stillingsenergi. Ikke fordi det er *feil*, men fordi den kan medføre misoppfatninger hos elever.

Forbrenningsreaksjoner er viktige både innenfor biologi og kjemi. Det er vanlig å omtale energiinnholdet i mat eller et brennstoff, både i dagligtalen og i lærebøker. Da er det underforstått at det er energiutbyttet fra reaksjonen med oksygen som menes. Dessverre kan betegnelsene *energiinnhold* og *energirike forbindelser* på være de første feilskjærene på veien mot veldokumenterte misoppfatninger om energi og kjemiske bindinger. Først omtales energiinnholdet, deretter betegnes forbindelsen som energirik. Så forklares de kjemiske bindingene som energirike, og til slutt *frigjøres det energi når kjemiske bindinger brytes*. Det er ikke lett å avgjøre når det går galt i denne rekken av forklaringsmåter, og en skal derfor være forsiktig med å dele ut skyld. Kjemiske reaksjoner er definitivt innenfor «kjemiens domene», derfor er fagstoff innenfor *kjemi* et velegnet sted å starte, dersom en ønsker å gi en mer hensiktsmessig forklaring på kjemisk energi.

- Det anbefales at kjemisk energi defineres innenfor lærestoff i kjemi, og at kjemisk energi knyttes til kjemiske reaksjoner, ikke til bestemte forbindelser.

### 6.3 Forslag til videre arbeid

Lærebokanalysen i denne oppgaven kartla bruken av ordet energi. Resultatene fra undersøkelsen kan være relevante som basis for andre undersøkelser om energibegrepet. Det ble i denne oppgaven spesielt fokusert på kjemisk energi, og det preger diskusjonsdelen. Men det er mulig å fokusere på hvordan andre aspekter ved

energibegrepet fremstilles i lærebøkene. Under kodingen ble det lagt merke til to ting som kan være utgangspunkt for videre arbeid:

- Ordet varme ble brukt synonymt med varmeenergi i lærebøkene.
- Overføring av energi omtales innenfor *kjemi* og *biologi* på en måte som kan være uheldig ut fra et «fysikk-perspektiv»

En annen innfallsvinkel til energibegrepet i lærebøker kunne vært å se på bruken av energibegrepet i forbindelse med oppgaver og praktisk arbeid. Analyse av nettbaserte læringsressurser kan også være en mulighet.

Forskning på elevers forståelse av energibegrepet er et annet forslag til videre arbeid. Analyse av svar på spørsmål TIMSS-oppgaver, tilsvarende det Stokke (1996) gjorde, er en mulighet, intervju av en mindre gruppe elever er en annen. På bakgrunn av funnene i denne oppgaven, hadde det vært spesielt interessant å finne ut om norske elever har misoppfatningen at *energi frigjøres når kjemiske bindinger brytes*.

## 7 Litteraturliste

- Abimbola, I. O. & Baba, S. (1996). Misconceptions & Alternative Conceptions in Science Textbooks: The Role of Teachers as Filters. *The American Biology Teacher*, 58(1), 14-19.
- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011a). *Fysikkdidaktikk*, Kristiansand: Høyskoleforlaget. ISBN: 978-82-7634-878-1
- Angell, C., Flekkøy, E. G. & Kristiansen, J. R. (2011b). *Fysikk for lærere: Naturfag i grunnskolelærerutdanningen 5.-10. trinn*, Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-39688-3
- Angvik, M. (1982). Skolebokanalyse som tema for lærerutdannig og forskning. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 10, 367-379
- Ausbel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*, New York: Holt, Reinehart, & Winston
- Ayyildiz, Y. & Tarhan, L. (2012). The Effective Concepts on Students' Understanding of Chemical Reactions and Energy, *H. U. Journal of Education*, 42, 72-83.
- Barke, H.-D., Hazari, A. & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry*, Berlin: Springer. ISBN: 978-3-540-70988-6
- Boo, H. K. (1998). Students' Understanding of Chemical Bonds and the Energetics of Chemical Reactions. *Journal of Research in Science Education*, 35(5), 569-581.
- Brandt, H., Hushovd, O. T. & Tellefsen, C. W. (2011). *Naturfag 5: Studieforberedende utdanningsprogram* (2. utgave). Aschehoug. ISBN: 978-82-03-34055-0
- Chang, R. (2008). *General Chemistry: The Essential Concepts* (5<sup>th</sup> edition). New York: McGraw- Hill Companies. ISBN: 978-0-07-110226-1
- Duit, R. (2009). *Bibliography – students' and teachers conceptions and science education*. Hentet 04.04.2013 fra <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/>
- Ekeland, P. R., Johansen, O. I. & Strand, S. B. (2012). *Nexus: Natrufag Vg1* (2. utgave). Aschehoug. ISBN: 978-82-03-33795-6
- Ekeland, P. R., Johansen, O.-I., Strand, S. B. & Rygh, O. (2006). *Tellus 8: Naturfag for ungdomstrinnet* (2. utgave). Aschehoug. ISBN: 978-82-03-31165-9
- Ekeland, P. R., Johansen, O.-I., Strand, S., Rygh, O. & Hesenet, A.-B. (2008). *Tellus 10: Naturfag for ungdomstrinnet* (2. utgave). Aschehoug. ISBN: 978-82-03-31365-3
- Ekeland, P. R., Johansen, O.-I., Strand, S. B., Rygh, O. & Jenssen, A.-B. (2007) *Tellus 9: Naturfag for ungdomstrinnet* (2. utgave). Aschehoug. ISBN: 978-82-03-31416-2
- Fetherston, T. (1999). Students Constructs About Energy and Constructivist Learning. *Research in Science Education*, 29(4), 515-525.

- Feynman, R. P., Leighton, R. B. & Sands, M. (1963). *The Feynman lectures on physics*, California: Addison-Wesley Publishing Company.
- Finstad, H. S., Kolderup, J. & Jørgensen, E. C. (2006). *Trigger 8: Naturfag*. Damm. ISBN: 978-82-04-11034-3
- Finstad, H.S. & Kolderup, J. (2007). *Trigger 9: Naturfag*. Damm. ISBN: 978-82-04-11262-0
- Finstad, H. S. & Kolderup, J. (2008). *Trigger 10: Naturfag*. Damm. ISBN: 978-82-04-14390-7
- Fiskum, K. & Steineger, E. (2006). *Natur og Univers 1*. Oslo: Cappelen. ISBN: 978-82-02-23563-5
- Fiskum, K. & Steineger, E. (2007). *Natur og Univers 2*. Oslo: Cappelen. ISBN: 978-82-02-25433-9
- Fiskum, K., Steineger, E. & Åsbø, R. (2009) *Natur og Univers 3*. Oslo Cappelen Damm. ISBN: 978-82-02-25436-0
- Fjørstad, I. E. (2000). *Læreboka som vindu mot naturen: Presentasjon av resultater fra TIMSS dokument analyse av norske læreverk med naturvitenskapelig innhold, for grunnskolen, samt evaluering av metoden*. (Hovedoppgave, Universitetet i Oslo).
- Frøyland, M., Hannisdal, M., Haugan, J. & Nyberg, J. (2006). *Eureka! 8: Naturfag for ungdomstrinnet grunnbok*. Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-33388-8
- Gauld, C. (1997). It must be true—it's in the textbook! *Australian Science Teachers Journal* 43(2), 21-26
- Gran, K. & Nordbakke, R. (2011a). *Yggdrasil 5: Naturfag for barnetrinnet* (2. utgave). Aschehoug. ISBN: 978-82-03-31166-6
- Gran, K. & Nordbakke, R. (2011b). *Yggdrasil 6: Naturfag for barnetrinnet* (2. utgave). Aschehoug. ISBN: 978-82-03-31379-0
- Gran, K. & Nordbakke, R. (2011c). *Yggdrasil 7: Naturfag for barnetrinnet* (2. utgave). Aschehoug. ISBN: 978-82-03-31384-4
- Hannisdal, A., Hannisdal, M., Haugan, J. & Synnes, K. (2008). *Eureka! 10: Naturfag for ungdomstrinnet grunnbok*. Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-33411-3
- Hannisdal, M., Haugan, J. & Munkvik, M. (2007). *Eureka! 9: Naturfag for ungdomstrinnet grunnbok*. Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-33410-6
- Hannisdal, M. & Ringnes, V. (2003). Modeller og modellbruk i naturfagene, i d. Jorde & B. Bungum (red.), *Naturfagdidaktikk: Perspektiver forskning utvikling* (199-212). Oslo: Gyldendal. ISBN: 82-05-31477-2



- Hannisdal, M. & Ringnes, V. (2011). *Kjemi for lærere: Naturfag i grunnskolelærerutdanningen 5.-10. trinn*, Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-39690-6
- Heskestad, P. A., Lerstad, I. K. & Liebich, H. (2009). *Kosmos SF: Naturfag for studieforberedende utdanningsprogram* (4. utgave). Cappelen Damm. ISBN: 978-82-02-287856
- Halsan, H. Ø. (2009). *Lærebøker i fysikk etter Kunnskapsløftet – en analyse av lærebøkernes tekstlige behandling av temaer i fysikk i videregående skole*. (Masteroppgave, Universitetet i Oslo). Hentet 15.02.2013 fra <http://hdl.handle.net/10852/11267>
- Jewett Jr, J. W. (2008). Energy and the confused student I-IV. *The Physics Teacher*, 46, 38-43, 81-86, 149-153, 210-217
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2010). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (4. utgave), Oslo: Abstrakt forlag
- Johansen, E. B. & Steineger, E. (2006). *Globus 5 naturfag elevbok*. Oslo: Cappelen. ISBN: 978-82-02-23706-6
- Johansen, E. B. & Steineger, E. (2007). *Globus 6 naturfag elevbok*. Oslo: Cappelen. ISBN: 978-82-02-24697-6
- Johansen, E. B. & Steineger, E. (2008). *Globus 7 naturfag elevbok*. Oslo: Cappelen. ISBN: 978-82-02-25445-2
- Johnstone, A. H. (2006). Chemical education reserch in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 49-63
- Johnstone, A. H. (2010). You can't get there from here. *Journal of Chemical Education*, 87(1), 22-29
- Kleiven, T. A. (red.) (2002). *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: En hjelp til kritisk tolkning og vurdering*. Oslo:Unipub. ISBN: 82-7477-103-6
- Knain, E. (2002). *Naturfagboka i praksis: Om tolv naturfagelever og dereslærebok*. Høgskolen i Vestfold. Hentet 11.02.2013 fra <http://www-bib.hive.no/tekster/hveskrift/rapport/2002-10/rapport10-2002.pdf>
- Kolstø, S. D. (2009). Vektlegging av lesefaget i naturfaget. Del1: Vil den nye norkse læreplanen i naturfag øke elevenes lesekompetanse? *NorDiNa* 5(1), 61-88
- Kunnskapsdepartementet, (2010), *Læreplan i naturfag*. Hentet 25.9.2012 fra <http://www.udir.no/kl06/NAT1-02/Hele/>
- van Marion, P., Hov, H., Thyraug, T. & Trongmo, Ø. (2009) *Senit SF: Naturfag Vg1* (2. utgave). Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-38690-7
- Mostad, A. (2012). Hvorfor tror biologer at man kan lagre energi i kjemiske bindinger? *Kjemi*, 72(4), 12-15.

Norris, S. P. & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224-240

Ottesen, E. (2007). Det viktigste er læring, i R. Mikkelsen & H. Fladmoe (red.), *Lektor – adjunkt – lærer: Innføringsbok i praktisk-pedagogisk utdanning* (103-118). Oslo: Universitetsforlaget. ISBN 978-82-15-01182-0

Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2006). *Kjemi fagdidaktikk: Kjemi i skolen* (2. utgave). Kristiansand: Høgskoleforlaget. ISBN: 978-82-7634-714-2

Ross, K. A. (1993). There is no energy in food and fuels – but they do have fuel value. *School Science Review*, 75(271), 39-47

Sjøberg, S. (2007). Constructivism and learning. i E. Baker.; B. McGaw & P. Peterson (Eds.), *International Encyclopaedia of Education 3<sup>rd</sup> Edition*, Oxford: Elsevier

Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: En kritisk fagdidaktikk* (3. utgave). Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-37644-1

Skjelbred, D. (2003). *Valg, vurdering og kvalitetsutvikling av lærebøker og andre læremidler. Sluttrapport*. Tønsberg: Høgskolen i Vestfold. ISBN: 82-7860-101-1

Spilde, I. (2006). *Gaia 5 elevbok: Naturfag for barnetrinnet*. Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-33590-5

Spilde, I. & Christensen, A. (2007). *Gaia 6 elevbok: Naturfag for barnetrinnet*. Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-34127-2

Spilde, I., Christensen, I. & Bungum, B. (2008). *Gaia 7 elevbok: Naturfag for barnetrinnet*. Oslo: Gyldendal. ISBN: 978-82-05-38202-2

Stern, L. & Roseman, J. E. (2004). Can Middle-School Science Textbooks Help Students Learn Important Ideas? Findings from Project 2061's Curriculum Evaluation Study: Life Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 538-568.

Stokke, K. H. (1996). *Elevers forståelse av forbrenning*. (Hovedfagsoppgave i realfagdidaktikk). Universitetet i Oslo.

Storey, R. D. (1992). Textbook Errors & Misconceptions in Biology: Cell Energetics. *The American Biology Teacher*, 54(3), 161-166.

TIMSS (The Trends in International Mathematics and Science Study). (2009). *TIMSS 2011 Science Framework*, Hentet 28.03.2013 fra [http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/downloads/TIMSS2011\\_Frameworks-Chapter2.pdf](http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/downloads/TIMSS2011_Frameworks-Chapter2.pdf)

Tsaparlis, G.; Kolioulis, D. & Pappa, E. (2010). Lower-secondary introductory chemistry course: a novel approach based on science-education theories, with emphasis on the macroscopic approach, and delayed meaningful teaching of the concepts of molecule and atom. *Chemistry Education Research and Practice*, (11), 107-117.

Young, H. D. & Freedman, R. A. (2004). *University physics* (11th edition). San Francisco: Addison Wesley.

Østby, K. I. (2010). *Fysikk i naturfagbøkene for Vg1: allmenndannende og interessant?* (Masteroppgave, Universitetet i Oslo). Hentet 15.02.2013 fra <http://hdl.handle.net/10852/10963>

## 8 Appendiks

### Appendiks A

Registreringsskjema som ble brukt i undersøkelsen

Navn på lærebok:

Antall avsnitt:

Årstrinn:

		Fagkode								
		Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/fys	Naturfag
Læreplankode	Forskerspiren									
	Mangfold i naturen									
	Kropp og helse									
	Verdensrommet									
	Fenomener og stoffer									
	Teknologi og design									
Begrepskode	Potensiell energi									
	Kinetisk energi									
	Kjemisk energi									
	Termisk energi									
	Strålingsenergi									
	Elektrisk energi									
	Energi-overføring									
	Energikilde									
	Energibærer									
	Energiinnhold									
	ENØK									
	Energi alene									
	Andre									

## Appendiks B

*Læreplankoder som ble brukt til å kategorisere i hovedområder*

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Gaia	5	1 Hvordan vet du egentlig det?	7.A.1
		2 Skogen	7.B.1,5
		3 Kroppen - det store samspillet	7.C.1-2
		4 Kjemi - Hva skjer'a?	7.E.8
		5 Magnetismen - en ekte kraft	7.E.3/F.2
		6 Puberteten	7.C.3
		7 Mennesket og skogen	7.B.1,6
		8 Bevegelse i leker og maskiner	7.F.1
		9 En verden av stein	7.E.1
		10 Et mylder av skapninger	7.B.5
	6	1 Det spirer!	7.B.4
		2 Energi i mange former	7.E.4/F.3
		3 I de norske fjellene	7.B.1,5
		4 Jorda og verdensdelene	7.D.1-2
		5 De viktige valgene	7.C.4
		6 Energi for en levende jord	7.E.4/F.3
		7 Den store testen	7.A.2
		8 Mennesket og vidda	7.B.1,6
		9 Universitetets byggeklosser	7.E.7
		10 I plantenes rike	7.B.2
	7	1 Den blå planeten	7.B.1,5
		2 Sopp	7.B.5-6
		3 Hva er varme og kulde	7.E.6
		4 Vær og klima	7.A.3/E.5
		5 Døgnet, måneden, året og vandrestjernene	7.D.1
		6 Hva er vitenskap?	7.A.1-2
		7 Et hav av lyder	7.E.2
		8 Sansene	7.C.1
		9 Elektrisitet	7.E.3/F.2
		10 Jenter og gutter - hvorfor og hvordan	7.C.3
		11 I dammen og i tjernet	2.A.2-3/2.B.1,3

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Yggdrasil	5	1 Fra nyskjerrigper til forskerspire	7.A.1,2
		2 Små dyr med store oppgaver	7.B.1,5
		3 Landskapet blir forandret	7.B.1,5,6
		4 I full fart	7.F.1
		5 Mennesket et mirakel	7.C.1
		6 Ti, tolv, snart tretten	7.C.3/7.A.5
		7 Kjemi er ikke trylleri	7.E.8/A.1
		8 Spennende steiner	7.E.1
		9 Morsomme magneter	7.E.3
		10 Der det er vann, er det liv	7.B.1,5
	6	1 Store og viktige oppdagelser	7.A.1-2,4/B.5
		2 Vakre vekster	7.B.1-2,4-5
		3 I bekkedalen	7.B.1,5
		4 I barskogen	7.B.1,5
		5 Alle snakker om været	7.E.5
		6 Verdensrommet	7.D.1-2
		7 Luft i bevegelse	7.F.1,3
		8 Skjelett og muskler	7.C.2/B.3
		9 Lyd	7.E.2
		10 I edelløvskogen	7.B.1-2,5
	7	1 Gode og dårlige forskere	7.A.2,4
		2 Høye fjell og vide vidder	7.A.3/B.1,3
		3 Uten mat og drikke	7.B.3/C.1
		4 Menneskehjernen - verdens største mysterium	7.B.3/C.1
		5 Eksperimenter med elektrisitet	7.A.3/E.3/F.2
		6 Energi	7.E.4/F.3
		7 Den lange kysten	7.A.3/B.1,5
		8 Alt består av partikler	7.E.6,7
		9 Tenk selv!	7.C.4

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Globus	5	1 Det myldrende livet - fra mikrosmått til gigastort	7.B.1,3,5
		2 Jorda - liten kule i stort univers	7.D.1-2/E.1
		3 Magnetisme - virker det tiltrekkende?	7.E.3
		4 Alt henger sammen - spis og bli spist	7.B.1,5-6
	6	1 Plantene - grønne venner og lumske giftmordere	7.B.1-2,4-5
		2 Menneskekroppen - et fantastisk underverk	7.C.1,3
		3 Pass godt på kroppen din	7.C.2,4
		4 Energi må til, ellers skjer det ingen ting	7.E.4
	7	1 Samspill i naturen	7.B.1,6
		2 Været - "det regner katter og bikkjer!"	7.E.5
		3 Kjemi - hva alt er lagd av?	7.E.6-8
		4 Elektrisitet - ikke til å ta og føle på	7.E.3-4
		5 Teknologi og design - fra robåter til roboter	7.F.1-3
		6 Lyd og hørsel - hørt og uhørt	7.C.1/E.2

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Eureka!	8	1 Arbeid med stoffer	10.E.3-4/A.1-2,4
		2 Celler er grunnlaget for alt liv	10.B.1,5
		3 Bakterier	10.C.2-3/B.4-5
		4 Planteceller og planter	10.B.1
		5 Dyreceller	10.B.1,5
		6 Stoffers byggesteiner og modeller	10.E.1
		7 Bare luft	10.E.3-4
		8 Syrer og baser - fra mat til miljø	10.E.2-3/A.4
		9 Teknologi og design	10.F.1-2
		10 Stjerner og galakser	10.D.1,4/E.12
		11 Universitetets utvikling	10.D.1,3
		12 Teknologi og utforskning av verdensrommet	10.D.2-3
		13 Historien om jorda	10.B.4
		14 Økologi	10.B.5
	9	1 Grunnstoffene og periodesystemet	10.E.1
		2 Kjemiske reaksjoner og stoffers egenskaper	10.E.1,3
		3 Nervesystemet	10.B.2-3,5
		4 Hormonsystemet	10.B.4-5,7
		5 Råd til forskerspiren	10.A.1-3
		6 Lys, syn og farge	10.E.12
		7 Puberteten, sex og samliv	10.C.1,4
		8 Svangerskap	10.C.1,4,6
		9 Prevensjon og seksuelt overførbare sykdommer	10.C.2-3,7
		10 Metaller - vanlige metaller i hverdagen	10.E.3/F.2
		11 Elektrisitet	10.E.7
		12 Teknologi og design: Bruk av elektronikk	10.F.1-2
		13 Elektronisk kommunikasjon	10.F.3
	10	1 Arv og miljø	10.B.2
		2 Evolusjon og klassifisering	10.B.3
		3 Karbonatomets kjemi	10.E.3-5
		4 Olje og gass	10.E.6
		5 Plast som materiale	10.E.3,6/F.2
		6 Fossilt brensel og miljø	10.E.6/A.3
		7 Fokus på karbohydrater	10.E.3-5
		8 Helse og livsstil	10.C.2-3,7-9
		9 Kraft og bevegelse	10.E.9
		10 Energi	10.E.10-11
		11 Elektrisitet og magnetisme	10.E.7-8
		12 Produksjon av elektrisk energi	10.E.8
		13 Naturområder, påvirkninger og vern	10.B.6-7

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Trigger *	8	1 Alt henger sammen med alt	10.A.4
		2 Tusenkunstnere	10.B.1/C.3/A.2
		3 Når størrelsen teller	10.E.9-10
		4 Stjernestøv	10.E.1,3-5/A.4
		5 Skapt av mennesker	10.F.2
		6 Solsystemet - ett av mange	10.D.1-4
		7 Wow	10.D.1-4
		8 Vann henger sammen med alt	10.E.3/B.4-5
		9 Kviser, pupper, adamsepler og hormoner	10.C.1,4-5

\* På grunn av forsinkelse i bestillingen var ikke lærerveiledningene for *Trigger 9 og 10* tilgjengelige når undersøkelsen ble utført.

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Natur og univers	8	1 Universet	10.D.1-4
		2 Liv på jorda	10.B.3-4
		3 Olje og gass	10.E.5-6
		4 Kroppens immunforsvar	10.C.2-3
		5 Behandling av sykdommer	10.C.8
		6 Lev sunt	10.C.7,9
	9	1 Økologi	10.B.5-6
		2 Alt er kjemi	10.E.1,3-4
		3 Stokking av atomer	10.E.1,3
		4 Hormoner	10.C.4-5
		5 Nervesystemet	10.C.5
		6 Sunn seksualitet	10.C.1,7
		7 Et barn blir til	10.C.6
		8 Elektrisitet	10.E.7,10
		9 Elektrisk energi	10.E.7-8
		10 Mennesket og naturen	10.B.6-7
	10	1 Cellen	10.B.1
		2 Arvestoffet	10.B.2
		3 Lys, syn og farger	10.E.12
		4 Syrer og baser	10.E.2-4
		5 Organisk kjemi	10.E.3-5
		6 Fart og akselerasjon	10.E.9
		7 Arbeid og energi	10.E.10-11
		8 Teknologi og design	10.F.1-3

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Tellus	8	1 Naturfag og vitenskap	10.A.4
		2 Målinger	10.E.9,11
		3 Livet på jorda	10.B.3-4
		4 Materialer	10.F.1-2
		5 Universet	10.D.1,3-4
		6 Stoffenes verden	10.E.3-4
		7 Syrer og baser	10.E.2-3
		8 Økologi	10.B.1,5
	9	1 Grunnleggende kjemi	10.E.1,4
		2 Kroppen	10.C.4-5
		3 Rusmidler og tobakk	10.C.9,7
		4 Elektrisitet	10.E.7
		5 Vår elektriske verden	10.E.7-8
		6 Olje og gass	10.E.6,8
		7 Romforskning	10.D.2-3
		8 Teknologi og design	10.F.1-2
	10	1 Celler og arv	10.B.1-2
		2 Seksualitet	10.C.1,4,6
		3 Energi og krefter	10.E.9-11
		4 Lys og syn	10.E.12
		5 Organisk kjemi	10.E.5
		6 Veier til god helse	10.C.2-3,7-8
		7 Energi for framtiden	10.E.8
		8 Den levende Tellus	10.B.6-7



Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Kosmos SF	Vg1	1 Utforskingen av vår verden	11.A.1-4
		2 Natur i forandring	11.B.1-3
		3 Elektroner på vandring	11.E.3-4
		4 Energi i dag og i framtida	11.E.1-2,5-6/B.5
		5 Maten vi lever av	11.C.1-4
		6 Kosthold, mosjon og helse	11.C.5-6
		7 Fra gen til egenskap	11.F.1-2
		8 Den biologiske tidsalderen	11.F.2-4
		9 Stråling fra sola og universet	11.D.1-3,7
		10 Energirik stråling - naturlig og menneskeskapt	11.D.5-6
		11 Miljøet omkring oss	11.B.4-8

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Senit SF	Vg1	0 Naturvitenskap og naturfag	
		1 Økologi	11.B.1-3/D.4
		2 Bølger og stråling	11.D.1-4,7/C.6
		3 Radioaktivitet	11.D.5-6
		4 Ernæring og helse	11.C.1-6
		5 Energi fra kjemiske reaksjoner	11.E.3-4/B.5
		6 Energi og framtid	11.E.1-2,5-6/B.5
		7 Bioteknologi	11.F.1-4
		8 Bærekraftig utvikling	11.B.4-8/D.4

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Nexus	Vg1	1 Naturvitenskap	11.A.1-4
		2 Økologi	11.B.1-3
		3 Oksidasjon og reduksjon	11.E.3
		4 Stråling	11.D.1-2,5-6
		5 Ernæring og helse	11.C.1-6
		6 Universet	11.D.7
		7 Energiframtiden	11.D.3/E.1-2,4-6
		8 Bioteknologi	11.F.1-4
		9 Bærekraftig utvikling	11.B.4-8/D.4

Læreverk	Årstrinn	Kapittel	Læreplankode
Naturfag 5	Vg1	1 Forskning	11.A.1-4
		2 Økosystemer	11.B.1-3
		3 Næringsstoffene	11.C.1-4,6
		4 Ernæring og helse	11.C.4-6
		5 Stråling	11.D.1-4,7/B.8/C.6
		6 Radioaktivitet	11.D.5-6
		7 Arv	11.F.1-2
		8 Bioteknologi og genteknologi	11.F.2-4
		9 Energi	11.E.1-2,5
		10 Mobile energikilder	11.E.3-4,6
		11 Bærekraftig utvikling	11.B.4-8

## Appendiks C

Resultater fra kodingen, presentert som «resultat-matriser». Resultatene presenteres for hele læreverkene der det består av flere lærebøker. Rekkefølgen er lik som i resultatkapittelet.

### 5.-7. trinn

#### Avsnitt

	Lærebok Gaia				Årstrinn 5 til 7		Avsnitt totalt % med energi			841 6 %		Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag				
Forskerspiren	1											1	2 %
Mangfold i naturen				5	4							9	19 %
Kropp og helse				1	3							4	8 %
Verdensrommet												0	0 %
Fenomener og stoffer	9	4	5	1						6		25	52 %
Teknologi og design	8									1		9	19 %
<b>Sum</b>	18	4	5	7	7	0	0	0		7		48	
<b>Prosent</b>	38 %	8 %	10 %	15 %	15 %	0 %	0 %	0 %		15 %			
Potensiell energi	1	1										2	4 %
Kinetisk energi	8	2								1		11	23 %
Kjemisk energi	1											1	2 %
Termisk energi	4	2	1									7	15 %
Strålingsenergi	2			1	1					1		5	10 %
Elektrisk energi	8	3								1		12	25 %
Energioverføring	7	2	2	2	1					1		15	31 %
Energikilde	3	1	3	1						2		10	21 %
Energibærer												0	0 %
Energiinnhold	4		1	3						1		9	19 %
ENØK												0	0 %
Energi alene	18	1	2	6	5					5		37	77 %
Andre	2									1		3	6 %
<b>Sum</b>	58	12	9	13	7	0	0	0		13		112	
Begrepskoder pr avsnitt	3,2	3,0	1,8	1,9	1,0					1,9		2,3	

	Lærebok Yggdrasil				Årstrinn 5 til 7		Avsnitt totalt % med energi			769 6 %		Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag				
Forskerspiren									1			1	2 %
Mangfold i naturen					2							2	5 %
Kropp og helse				2	3							5	11 %
Verdensrommet												0	0 %
Fenomener og stoffer	8	1	2	2						10		23	52 %
Teknologi og design	14											14	32 %
<b>Sum</b>	22	1	2	4	5	0	0	0		11		45	
<b>Prosent</b>	50 %	2 %	5 %	9 %	11 %	0 %	0 %	0 %		25 %			
Potensiell energi	3									2		5	11 %
Kinetisk energi	10											10	23 %
Kjemisk energi												0	0 %
Termisk energi	2	1	1									4	9 %
Strålingsenergi				2						1		3	7 %
Elektrisk energi	5	1	1							6		13	30 %
Energioverføring	7			2								9	20 %
Energikilde	2				1					3		6	14 %
Energibærer												0	0 %
Energiinnhold	9	1			1					3		14	32 %
ENØK										2		2	5 %
Energi alene	11	1	1	3	4					6		26	59 %
Andre	3				1					1		5	11 %
<b>Sum</b>	52	4	3	7	7	0	0	0		24		97	
Begrepskoder pr avsnitt	2,4	4,0	1,5	1,8	1,4					2,2		2,2	

	Lærebok				Årstrinn		Avsnitt totalt			277	
	Globus				5 til 7		% med energi			13 %	
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag	Sum	Prosent
Forskerspiren										0	0 %
Mangfold i naturen					1					1	3 %
Kropp og helse					7					7	20 %
Verdensrommet										0	0 %
Fenomener og stoffer	10		1				2		6	19	54 %
Teknologi og design	8									8	23 %
Sum	18	0	1	0	8	0	2	0	6	35	
Prosent	51 %	0 %	3 %	0 %	23 %	0 %	6 %	0 %	17 %		
Potensiell energi	1									1	3 %
Kinetisk energi	5									5	14 %
Kjemisk energi	2								1	3	9 %
Termisk energi	1								1	2	6 %
Strålingsenergi	2						1			3	9 %
Elektrisk energi	9								2	11	31 %
Energioverføring	4		1		2					7	20 %
Energikilde	5								4	9	26 %
Energibærer										0	0 %
Energiinnhold	4				1		1			6	17 %
ENØK									1	1	3 %
Energi alene	9		1		8		1		2	21	60 %
Andre	6								1	7	20 %
Sum	48	0	2	0	11	0	3	0	12	76	
Begrepskoder pr avsnitt	2,7		2,0		1,4		1,5		2,0	2,2	

## Illustrasjoner

ILLUSTRASJONER	Lærebok Gaia				Årstrinn 5 til 7						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren											0	0 %
Mangfold i naturen				1							1	4 %
Kropp og helse											0	0 %
Verdensrommet											0	0 %
Fenomener og stoffer	13	3	2							6	24	89 %
Teknologi og design	1								1		2	7 %
Sum	14	3	2	1	0	0	0		1	6	27	
Prosent	52 %	11 %	7 %	4 %	0 %	0 %	0 %		4 %	22 %		
Potensiell energi	2										2	7 %
Kinetisk energi	6	1							1	1	9	33 %
Kjemisk energi			1							1	2	7 %
Termisk energi	5	2	1								8	30 %
Strålingsenergi	3			1						2	6	22 %
Elektrisk energi	5	2							1	1	9	33 %
Energioverføring	1		1						1		3	11 %
Energikilde										2	2	7 %
Energibærer											0	0 %
Energiinnhold				1							1	4 %
ENØK											0	0 %
Energi alene	5		1	1						4	11	41 %
Andre											0	0 %
Sum	27	5	4	3	0	0	0		3	11	53	
Begrepskoder pr illustrasjon	1,9	1,7	2,0	3,0					3,0	1,8	2,0	

ILLUSTRASJONER	Lærebok Yggdrasil				Årstrinn 5 til 7						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren											0	0 %
Mangfold i naturen											0	0 %
Kropp og helse				2							2	25 %
Verdensrommet											0	0 %
Fenomener og stoffer	2	1	1						1		5	63 %
Teknologi og design	1										1	13 %
Sum	3	1	1	2	0	0	0	0	1		8	
Prosent	38 %	13 %	13 %	25 %	0 %	0 %	0 %	0 %	13 %			
Potensiell energi											0	0 %
Kinetisk energi	1										1	13 %
Kjemisk energi											0	0 %
Termisk energi				1							1	13 %
Strålingsenergi											0	0 %
Elektrisk energi	2	1							1		4	50 %
Energioverføring	1										1	13 %
Energikilde											0	0 %
Energibærer											0	0 %
Energiinnhold											0	0 %
ENØK											0	0 %
Energi alene				2							2	25 %
Andre	2										2	25 %
Sum	6	1	1	2	0	0	0	0	1		11	
Begrepskoder pr illustrasjon	2,0	1,0	1,0	1,0					1,0		1,4	

ILLUSTRASJONER	Lærebok Globus				Årstrinn 5 til 7						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren										0	0 %	
Mangfold i naturen										0	0 %	
Kropp og helse	1									1	9 %	
Verdensrommet										0	0 %	
Fenomener og stoffer	9									9	82 %	
Teknologi og design	1									1	9 %	
Sum	10	0	0	0	1	0	0	0	0	11		
Prosent	91 %	0 %	0 %	0 %	9 %	0 %	0 %	0 %	0 %			
Potensiell energi	1									1	9 %	
Kinetisk energi	1									1	9 %	
Kjemisk energi										0	0 %	
Termisk energi										0	0 %	
Strålingsenergi	1									1	9 %	
Elektrisk energi	2									2	18 %	
Energioverføring										0	0 %	
Energikilde										0	0 %	
Energibærer										0	0 %	
Energiinnhold	1									1	9 %	
ENØK										0	0 %	
Energi alene	7	1								8	73 %	
Andre										0	0 %	
Sum	13	0	0	0	1	0	0	0	0	14		
Begrepskoder pr illustrasjon	1,3	1,0								1,3		

## 8.-10. trinn

### Avsnitt

	Lærebok Eureka!				Årstrinn 8 til 10		Avsnitt totalt % med energi			1298 13 %		Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag				
Forskerspiren												0	0 %
Mangfold i naturen					21						1	22	13 %
Kropp og helse					7							7	4 %
Verdensrommet	9										1	10	6 %
Fenomener og stoffer	75	5	27	3	8	1	2				13	134	77 %
Teknologi og design											2	2	1 %
<b>Sum</b>	<b>84</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	<b>3</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>17</b>		<b>175</b>		
<b>Prosent</b>	<b>48 %</b>	<b>3 %</b>	<b>15 %</b>	<b>2 %</b>	<b>21 %</b>	<b>1 %</b>	<b>1 %</b>	<b>0 %</b>	<b>10 %</b>				
Potensiell energi	16					1	1					18	10 %
Kinetisk energi	17	1				1	1				1	21	12 %
Kjemisk energi	4	4	4	1							3	16	9 %
Termisk energi	5	1	4					1				11	6 %
Strålingsenergi	7		3	1	2			1				14	8 %
Elektrisk energi	23		2			1						26	15 %
Energioverføring	42	2	16	2	12						6	80	46 %
Energikilde	14	1	2		3			2			6	28	16 %
Energibærer												0	0 %
Energiinnhold	10	2	2	1	6			1			2	24	14 %
ENØK												0	0 %
Energi alene	51	3	15	2	27	1					12	111	63 %
Andre	33	4	2		4						6	49	28 %
<b>Sum</b>	<b>222</b>	<b>18</b>	<b>50</b>	<b>7</b>	<b>54</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>36</b>		<b>398</b>		
Begrepskoder pr avsnitt	2,6	3,6	1,9	2,3	1,5	4,0	3,5				2,1	2,3	

	Lærebok Tellus				Årstrinn 8 til 10		Avsnitt totalt % med energi			858 14 %		Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag				
Forskerspiren											1	1	1 %
Mangfold i naturen				2	13						1	16	13 %
Kropp og helse					9							9	7 %
Verdensrommet	1	2									4	7	6 %
Fenomener og stoffer	49	1	12	1			3				23	89	72 %
Teknologi og design			1									1	1 %
<b>Sum</b>	<b>50</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>29</b>		<b>123</b>		
<b>Prosent</b>	<b>41 %</b>	<b>2 %</b>	<b>11 %</b>	<b>2 %</b>	<b>18 %</b>	<b>0 %</b>	<b>2 %</b>	<b>0 %</b>	<b>24 %</b>				
Potensiell energi	10	1									8	19	15 %
Kinetisk energi	10						2				8	20	16 %
Kjemisk energi	5		1	2	1						8	17	14 %
Termisk energi	3							1				4	3 %
Strålingsenergi	9		1	1	3			1			3	18	15 %
Elektrisk energi	21	1	2					3			10	37	30 %
Energioverføring	21	3	8	2	8			1			6	49	40 %
Energikilde	4	1	1	1	1						19	27	22 %
Energibærer	1		1									2	2 %
Energiinnhold	9			2	8						4	23	19 %
ENØK	3	1						1			8	13	11 %
Energi alene	34		6	3	15						14	72	59 %
Andre	11		2		6			2			5	26	21 %
<b>Sum</b>	<b>141</b>	<b>7</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>93</b>		<b>327</b>		
Begrepskoder pr avsnitt	2,8	2,3	1,7	3,7	1,9		3,7				3,2	2,7	

	Lærebok				Årstrinn		Avsnitt totalt			520		
	Natur og Univers				8 til 10		% med energi			16 %		
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag	Sum	Prosent	
Forskerspiren										0	0 %	
Mangfold i naturen				1	5	1			2	9	11 %	
Kropp og helse					10					10	12 %	
Verdensrommet										0	0 %	
Fenomener og stoffer	45	1	9		2				5	62	76 %	
Teknologi og design			1							1	1 %	
Sum	45	1	10	1	17	1	0	0	7	82		
Prosent	55 %	1 %	12 %	1 %	21 %	1 %	0 %	0 %	9 %			
Potensiell energi	8								2	10	12 %	
Kinetisk energi	16		1						2	19	23 %	
Kjemisk energi	5		2	1	3				1	12	15 %	
Termisk energi	9	1								10	12 %	
Strålingsenergi	6		1	1	1				2	11	13 %	
Elektrisk energi	17		1						3	21	26 %	
Energioverføring	23	1	4	1	14				1	44	54 %	
Energikilde	6		5		1				5	17	21 %	
Energibærer										0	0 %	
Energiinnhold	6		1	1	3	1			1	13	16 %	
ENØK	2		1						2	5	6 %	
Energi alene	24	1	1		8	1			4	39	48 %	
Andre	18	1	4		5				4	32	39 %	
Sum	140	4	21	4	35	2	0	0	27	233		
Begrepskoder pr avsnitt	3,1	4,0	2,1	4,0	2,1	2,0			3,9	2,8		

	Lærebok				Årstrinn		Avsnitt totalt			1261	
	Trigger				8 til 10		% med energi			13 %	
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag	Sum	Prosent
Forskerspiren									1	1	1 %
Mangfold i naturen					23				6	29	18 %
Kropp og helse				1	18					19	12 %
Verdensrommet										0	0 %
Fenomener og stoffer	57	1	16	5	2		5	2	24	112	69 %
Teknologi og design			1							1	1 %
Sum	57	1	17	6	43	0	5	2	31	162	
Prosent	35 %	1 %	10 %	4 %	27 %	0 %	3 %	1 %	19 %		
Potensiell energi	12						1		1	14	9 %
Kinetisk energi	14						2		2	18	11 %
Kjemisk energi	2		3							5	3 %
Termisk energi	2		2				1		1	6	4 %
Strålingsenergi	7		1		5				2	15	9 %
Elektrisk energi	7		1						2	10	6 %
Energioverføring	27	1	8	2	11			1	4	54	33 %
Energikilde	3		5	4	3		4	1	18	38	23 %
Energibærer	1		2						3	6	4 %
Energiinnhold	7		1	2	5		2	1		18	11 %
ENØK	3								5	8	5 %
Energi alene	32		10	4	30		2	1	21	100	62 %
Andre	11		3	2	5		1	2	9	33	20 %
Sum	128	1	36	14	59	0	13	6	68	325	
Begrepskoder pr avsnitt	2,2	1,0	2,1	2,3	1,4		2,6	3,0	2,2	2,0	

## Illustrasjoner

ILLUSTRASJONER	Lærebok Eureka!				Årstrinn 8 til 10						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren										1	1	2 %
Mangfold i naturen				1	4						5	9 %
Kropp og helse											0	0 %
Verdensrommet	2										2	4 %
Fenomener og stoffer	26	3	8		2		2			4	45	82 %
Teknologi og design	2										2	4 %
Sum	30	3	8	1	6	0	2	0		5	55	
Prosent	55 %	5 %	15 %	2 %	11 %	0 %	4 %	0 %		9 %		
Potensiell energi	7	1	1							1	10	18 %
Kinetisk energi	5	1									6	11 %
Kjemisk energi	1	3	3								7	13 %
Termisk energi		1					1				2	4 %
Strålingsenergi		1	1	1	1						4	7 %
Elektrisk energi	1	1								1	3	5 %
Energioverføring	16	1	5		2		1				25	45 %
Energikilde	1				1						2	4 %
Energibærer											0	0 %
Energiinnhold	1				1						2	4 %
ENØK											0	0 %
Energi alene	8		3		2					2	15	27 %
Andre	5				1					3	9	16 %
Sum	45	9	13	1	8	0	2	0		7	85	
Begrepskoder pr illustrasjon	1,5	3,0	1,6	1,0	1,3		1,0			1,4	1,5	

ILLUSTRASJONER	Lærebok Tellus				Årstrinn 8 til 10						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren											0	0 %
Mangfold i naturen					3						3	8 %
Kropp og helse					1						1	3 %
Verdensrommet	2	1									3	8 %
Fenomener og stoffer	16		1		1		1		12		31	82 %
Teknologi og design											0	0 %
Sum	18	1	1	0	5	0	1	0	12		38	
Prosent	47 %	3 %	3 %	0 %	13 %	0 %	3 %	0 %	32 %			
Potensiell energi	5								1	6	16 %	
Kinetisk energi	2				1		1			2	6 %	
Kjemisk energi	1								4	5	13 %	
Termisk energi	1									1	3 %	
Strålingsenergi	1		1		1				1	4	11 %	
Elektrisk energi	3		1						2	6	16 %	
Energioverføring	6	1			1				1	9	24 %	
Energikilde									5	5	13 %	
Energibærer										0	0 %	
Energiinnhold	3				2					5	13 %	
ENØK	1								3	4	11 %	
Energi alene	5	1			3					9	24 %	
Andre	2				1				1	4	11 %	
Sum	30	2	2	0	9	0	1	0	20	64		
Begrepskoder pr illustrasjon	1,7	2,0	2,0		1,8		1,0		1,7	1,7		

ILLUSTRASJONER	Lærebok				Årstrinn						Sum	Prosent
	Natur og univers				8 til 10							
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren										0	0 %	
Mangfold i naturen					1					1	3 %	
Kropp og helse										0	0 %	
Verdensrommet										0	0 %	
Fenomener og stoffer	18				5	1			5	29	97 %	
Teknologi og design										0	0 %	
Sum	18	0	0	0	6	1	0	0	5	30		
Prosent	60 %	0 %	0 %	0 %	20 %	3 %	0 %	0 %	17 %			
Potensiell energi	3								1	4	13 %	
Kinetisk energi	6								1	7	23 %	
Kjemisk energi	2								3	5	17 %	
Termisk energi	2								2	4	13 %	
Strålingsenergi	1								2	3	10 %	
Elektrisk energi	5								5	17 %		
Energioverføring	4				2	1			7	23 %		
Energikilde	2								2	4	13 %	
Energibærer									0	0 %		
Energiinnhold	1				3				4	13 %		
ENØK									1	1	3 %	
Energi alene	6				2				1	9	30 %	
Andre	3				1				2	6	20 %	
Sum	35	0	0	0	8	1	0	0	15	59		
Begrepskoder pr illustrasjon	1,9				1,3	1,0			3,0	2,0		

ILLUSTRASJONER	Lærebok Trigger				Årstrinn 8 til 10						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren											0	0 %
Mangfold i naturen				1	2				1		4	20 %
Kropp og helse					1						1	5 %
Verdensrommet											0	0 %
Fenomener og stoffer	8	1			1			1		4	15	75 %
Teknologi og design											0	0 %
Sum	8	1	0	1	4	0	0	1	5	20		
Prosent	40 %	5 %	0 %	5 %	20 %	0 %	0 %	5 %	25 %			
Potensiell energi	3										3	15 %
Kinetisk energi	4							1	1		6	30 %
Kjemisk energi											0	0 %
Termisk energi											0	0 %
Strålingsenergi	1				1						2	10 %
Elektrisk energi											0	0 %
Energioverføring	4	1			1						6	30 %
Energikilde									3		3	15 %
Energibærer											0	0 %
Energiinnhold	1										1	5 %
ENØK									1		1	5 %
Energi alene	4			1	3					2	10	50 %
Andre	1										1	5 %
Sum	18	1	0	1	5	0	0	1	7	33		
Begrepskoder pr illustrasjon	2,3	1,0		1,0	1,3			1,0	1,4	1,7		



## Vg1

### Avsnitt

	Lærebok Kosmos SF				Årstrinn Vg1		Avsnitt totalt % med energi			280 37 %	
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag	Sum	Prosent
Forskerspiren					1				2	3	3 %
Bærekraftig utvikling	1		1		2				3	7	7 %
Ernæring og helse				2	13					15	14 %
Stråling og radioaktivitet	15	4	1			8			3	31	30 %
Energi for framtiden	12		22	4					10	48	46 %
Bioteknologi										0	0 %
<b>Sum</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>104</b>	
<b>Prosent</b>	<b>27 %</b>	<b>4 %</b>	<b>23 %</b>	<b>6 %</b>	<b>15 %</b>	<b>8 %</b>	<b>0 %</b>	<b>0 %</b>	<b>17 %</b>		
Potensiell energi	1									1	1 %
Kinetisk energi	2	1	1			2			3	9	9 %
Kjemisk energi	1		1	3	2				2	9	9 %
Termisk energi	3			1					1	5	5 %
Strålingsenergi	9	1		2		2			6	20	19 %
Elektrisk energi	3		8	2					4	17	16 %
Energioverføring	21	2	10	1	5	1			2	42	40 %
Energikilde	1		6	4	3				9	23	22 %
Energibærer			2	1					3	6	6 %
Energiinnhold	9		3	1	5	7			3	28	27 %
ENØK	3		2	2					6	13	13 %
Energi alene	14	2	14	5	10	3			5	53	51 %
Andre	8	1	2	2	5				7	25	24 %
<b>Sum</b>	<b>75</b>	<b>7</b>	<b>49</b>	<b>24</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>251</b>	
Begrepskoder pr avsnitt	2,7	1,8	2,0	4,0	1,9	1,9			2,8	2,4	

	Lærebok Senit SF				Årstrinn Vg1		Avsnitt totalt % med energi			378 29 %	
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag	Sum	Prosent
Forskerspiren										0	0 %
Bærekraftig utvikling	2			1					7	10	9 %
Ernæring og helse	1		1	2	9	2				15	14 %
Stråling og radioaktivitet	18	3				6			2	29	26 %
Energi for framtiden	25		18	2				1	10	56	51 %
Bioteknologi										0	0 %
<b>Sum</b>	<b>46</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>110</b>	
<b>Prosent</b>	<b>42 %</b>	<b>3 %</b>	<b>17 %</b>	<b>5 %</b>	<b>8 %</b>	<b>7 %</b>	<b>0 %</b>	<b>1 %</b>	<b>17 %</b>		
Potensiell energi	4									4	4 %
Kinetisk energi	10							1	2	13	12 %
Kjemisk energi	4	1	4	3		1			4	17	15 %
Termisk energi	10	1	1						3	15	14 %
Strålingsenergi	7	1		1		1				10	9 %
Elektrisk energi	10	1	8					1		20	18 %
Energioverføring	20	2	12	3	2	4			4	47	43 %
Energikilde	5		4	1	1				11	22	20 %
Energibærer	2		2		1				5	10	9 %
Energiinnhold	16	2	3	3	2	4				30	27 %
ENØK	2		1	1					3	7	6 %
Energi alene	20	1	11	5	9	1			10	57	52 %
Andre	15	2	2	3	3	2			11	38	35 %
<b>Sum</b>	<b>125</b>	<b>11</b>	<b>48</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>53</b>	<b>290</b>	
Begrepskoder pr avsnitt	2,7	3,7	2,5	4,0	2,0	1,6		2,0	2,8	2,6	

	Lærebok Nexus				Årstrinn Vg1		Avsnitt totalt % med energi			343 25 %		Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag				
Forskerspiren									2		2	2	2 %
Bærekraftig utvikling					5				12		17	17	20 %
Ernæring og helse				1	9						10	10	12 %
Stråling og radioaktivitet	10	1				7			2		20	20	24 %
Energi for framtiden	15	1	13	4					2		35	35	41 %
Bioteknologi					1						1	1	1 %
<b>Sum</b>	25	2	13	5	15	7	0	0	18		85		
<b>Prosent</b>	29 %	2 %	15 %	6 %	18 %	8 %	0 %	0 %	21 %				
Potensiell energi	1			1					1		3	3	4 %
Kinetisk energi	2								1		3	3	4 %
Kjemisk energi	3		4	5	1	1			2		16	16	19 %
Termisk energi	2		1		1				2		6	6	7 %
Strålingsenergi	7				1	2			7		17	17	20 %
Elektrisk energi	6		8	1					1		16	16	19 %
Energioverføring	10	1	6	1	1	2			1		22	22	26 %
Energikilde	4		2	2	3				4		15	15	18 %
Energibærer			1								1	1	1 %
Energiinnhold	5	1		1	2	4			4		17	17	20 %
ENØK	1								1		2	2	2 %
Energi alene	14		5	3	9	2			11		44	44	52 %
Andre	8	1	5	2	7	1			2		26	26	31 %
<b>Sum</b>	63	3	32	16	25	12	0	0	37		188		
Begrepskoder pr avsnitt	2,5	1,5	2,5	3,2	1,7	1,7			2,1		2,2		

	Lærebok Naturfag 5				Årstrinn Vg1		Avsnitt totalt % med energi			623 34 %		Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag				
Forskerspiren	1	1							1		3	3	1 %
Bærekraftig utvikling				1	3				12		16	16	8 %
Ernæring og helse	1		1	2	35	1					40	40	19 %
Stråling og radioaktivitet	30					8			4		42	42	20 %
Energi for framtiden	44	9	33	3					19		108	108	52 %
Bioteknologi											0	0	0 %
<b>Sum</b>	76	10	34	6	38	9	0	0	36		209		
<b>Prosent</b>	36 %	5 %	16 %	3 %	18 %	4 %	0 %	0 %	17 %				
Potensiell energi	5								2		7	7	3 %
Kinetisk energi	11								1		12	12	6 %
Kjemisk energi	5		5		1				2		13	13	6 %
Termisk energi	16	1	2						1		20	20	10 %
Strålingsenergi	9				1				1		11	11	5 %
Elektrisk energi	7	1	10						6		24	24	11 %
Energioverføring	37	6	18	2	13	3			2		81	81	39 %
Energikilde	10		4	2	8				18		42	42	20 %
Energibærer					1				3		4	4	2 %
Energiinnhold	15		6	2	14	4			5		46	46	22 %
ENØK	1		1	1					4		7	7	3 %
Energi alene	32	6	5	3	17	1			17		81	81	39 %
Andre	27	1	9	2	10	2			21		72	72	34 %
<b>Sum</b>	175	15	60	12	65	10	0	0	83		420		
Begrepskoder pr avsnitt	2,3	1,5	1,8	2,0	1,7	1,1			2,3		2,0		

## Illustrasjoner

ILLUSTRASJONER	Lærebok Kosmos SF				Årstrinn Vg1						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren											0	0 %
Bærekraftig utvikling				1							1	3 %
Ernæring og helse					6						6	19 %
Stråling og radioaktivitet	4	2				1					7	22 %
Energi for fremtiden	5	1	5	1						6	18	56 %
Bioteknologi											0	0 %
Sum	9	3	5	2	6	1	0	0		6	32	
Prosent	28 %	9 %	16 %	6 %	19 %	3 %	0 %	0 %		19 %		
Potensiell energi											0	0 %
Kinetisk energi											0	0 %
Kjemisk energi	1			1							2	6 %
Termisk energi				1							1	3 %
Strålingsenergi									1		1	3 %
Elektrisk energi				1						2	3	9 %
Energioverføring	5		1								6	19 %
Energikilde	1		1		2				4		8	25 %
Energibærer			2						1		3	9 %
Energiinnhold	2	1	1		1	1					6	19 %
ENØK									1		1	3 %
Energi alene	4	2	2	1	2						11	34 %
Andre	1				2					1	4	13 %
Sum	14	3	7	4	7	1	0	0		10	46	
Begrepskoder pr illustrasjon	1,6	1,0	1,4	2,0	1,2	1,0				1,7	1,4	

ILLUSTRASJONER	Lærebok Senit SF				Årstrinn Vg1						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren	1										1	5 %
Bærekraftig utvikling											0	0 %
Ernæring og helse				1	2						3	14 %
Stråling og radioaktivitet	3										3	14 %
Energi for fremtiden	6		1		3				4		14	67 %
Bioteknologi											0	0 %
Sum	10	0	1	1	5	0	0	0	4		21	
Prosent	48 %	0 %	5 %	5 %	24 %	0 %	0 %	0 %	19 %			
Potensiell energi											0	0 %
Kinetisk energi	2										2	10 %
Kjemisk energi			1								1	5 %
Termisk energi	3										3	14 %
Strålingsenergi					2				1		3	14 %
Elektrisk energi	1										1	5 %
Energioverføring	3				1						4	19 %
Energikilde									2		2	10 %
Energibærer									1		1	5 %
Energiinnhold				1							1	5 %
ENØK									1		1	5 %
Energi alene	3				3						6	29 %
Andre	3		1		1				2		7	33 %
Sum	15	0	2	1	7	0	0	0	7		32	
Begrepskoder pr illustrasjon	1,5		2,0	1,0	1,4				1,8	1,5		

ILLUSTRASJONER	Lærebok Nexus				Årstrinn Vg1						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren										0	0 %	
Bærekraftig utvikling					1				2	3	27 %	
Ernæring og helse					1					1	9 %	
Stråling og radioaktivitet	1	1								2	18 %	
Energi for fremtiden	3								2	5	45 %	
Bioteknologi										0	0 %	
Sum	4	1	0	0	2	0	0	0	4	11		
Prosent	36 %	9 %	0 %	0 %	18 %	0 %	0 %	0 %	36 %			
Potensiell energi										0	0 %	
Kinetisk energi		1							1	2	18 %	
Kjemisk energi									2	2	18 %	
Termisk energi										0	0 %	
Strålingsenergi	2								1	3	27 %	
Elektrisk energi	2									2	18 %	
Energioverføring	1									1	9 %	
Energikilde									1	1	9 %	
Energibærer										0	0 %	
Energiinnhold										0	0 %	
ENØK	1									1	9 %	
Energi alene	1				1				1	3	27 %	
Andre	1				1					2	36 %	
Sum	8	1	0	0	2	0	0	0	8	19		
Begrepskoder pr illustrasjon	2,0	1,0			1,0				2,0	1,7		

ILLUSTRASJONER	Lærebok Naturfag 5				Årstrinn Vg1						Sum	Prosent
	Fysikk	Fys/Kje	Kjemi	Kje/Bio	Biologi	Bio/Fys	Geofag	Geo/Fys	Naturfag			
Forskerspiren	1									1	2	3 %
Bærekraftig utvikling					1	1				3	5	7 %
Ernæring og helse	1				12	1					14	19 %
Stråling og radioaktivitet	9	1		5						2	17	23 %
Energi for fremtiden	14	3	9							9	35	47 %
Bioteknologi				1							1	1 %
Sum	25	4	9	6	13	2	0	0		15	74	
Prosent	34 %	5 %	12 %	8 %	18 %	3 %	0 %	0 %	20 %			
Potensiell energi	2		1							1	4	5 %
Kinetisk energi	2									2	4	5 %
Kjemisk energi		1	2							1	4	5 %
Termisk energi	2		1	1						1	5	7 %
Strålingsenergi	1			2						1	4	5 %
Elektrisk energi	5		5							2	12	16 %
Energioverføring	7	2	6	2	7					1	25	34 %
Energikilde	2				1					6	9	12 %
Energibærer										2	2	3 %
Energiinnhold	2			2		1					5	7 %
ENØK	1									2	3	4 %
Energi alene	7			2	3					3	15	20 %
Andre	9	3	1		3	1				5	22	30 %
Sum	40	6	16	9	14	2	0	0		27	114	
Begrepskoder pr illustrasjon	1,6	1,5	1,8	1,5	1,1	1,0				1,8	1,5	